



TUGAS AKHIR - TE 141599

**ANALISIS KINERJA TCP/IP
UNTUK JARINGAN NIKABEL 4G DI SURABAYA**

Sheilia Susi Susidha Sari
NRP 2214105092

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Suwadi, M.T

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TE 141599

**TC/IP PERFORMANCE ANALYSIS
OVER 4G WIRELESS NETWORK IN SURABAYA**

Sheilia Susi Susidha Sari
NRP 2214105092

Supervisors
Dr. Ir. Suwadi, M.T

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technical
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

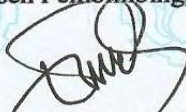
**ANALISIS KINERJA TCP/IP
UNTUK JARINGAN NIRKABEL 4G DI SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Teknik Telekomunikasi dan Multimedia
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui:

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Suwadi, M.T

NIP. 196808181993031002



ANALISIS KINERJA TCP/IP UNTUK JARINGAN NIRKABEL 4G DI SURABAYA

Nama : Sheila Susi Susidha Sari
Pembimbing : Dr. Ir. Suwadi, M.T

ABSTRAK

Intelligent Transport System (ITS) adalah suatu system lalu lintas cerdas yang digunakan untuk manajemen dan rekayasa lalu lintas. Jaringan ITS ini menggunakan teknologi telekomunikasi antar kendaraannya. Kota Surabaya termasuk salah satu kota yang akan menetapkan teknologi ITS. Salah satu bentuk dari ITS yang akan dibuat di Surabaya yaitu *SMART Tram and Monorail Project*. Dengan adanya Tram dan Monorail ini diharapkan akan membantu mengurangi kemacetan yang ada di Surabaya. Salah satu sistem komunikasi yang digunakan pada ITS adalah pembayaran yang akan digunakan menggunakan system *e-ticketing*. Hal ini perlu didukung oleh jaringan seluler yang baik agar data dapat terkirim ke server.

Untuk itu telah dibuat suatu system untuk mengukur nilai karakteristik delay dari berbagai provider seluler. Hal ini nantinya akan digunakan untuk menjadi pertimbangan dalam pembuaan sistem ITS. Provider yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah provider dengan teknologi 4G. Dengan diketahuinya nilai delay ini diharapkan bisa menjadi pertimbangan untuk pembangunan system ITS di Kota Surabaya. Pengukuran dilakukan tiga titik yang ada di Surabaya, yaitu Jalan Pemuda, Terminal Purabaya, dan titik yang terakhir adalah Jalan Basuki Rahmat.

Setelah pengukuran didapatkan nilai karakteristik delay dari tiga lokasi yang ada di Surabaya. Untuk lokasi pertama dihasilkan nilai delay kurang dari 0,4s yaitu provider C dengan CDF 92%. Kemudian pada lokasi kedua saat nilai delay kurang dari 0,4s didapatkan CDF dari provider A sebesar 98%, dan terakhir untuk lokasi ketiga didapatkan hasil CDF dari delay kurang dari 0,4s sebesar 96%. Nilai delay kurang dari 0,4s mempunyai CDF hampir 100%. Hal ini bisa digunakan sebagai alternative untuk mendukung sistem *e-ticketing* pada ITS yang akan diterapkan di Kota Surabaya.

Kata Kunci : *e-ticketing*, ITS, delay, jaringan nirkabel, seluler,

TCP/IP PERFORMANCE ANALYSIS OVER 4G WIRELESS NETWORK IN SURABAYA

Name : Sheila Susi Susidha Sari
Supervisor : Dr. Ir. Suwadi, M.T.

ABSTRACT

Intelligent Transport System (ITS) is an intelligent traffic system for management traffic. The basic concept of ITS is using telecommunication technology, between the vehicle. Surabaya is one of city that would applied ITS. One of ITS in Surabaya is SMART Tram and Monorail. Surabaya Government trust that with it, it can traffic jam in Surabaya. One of the communication system that used on ITS is the payment system, using e -ticketing system. This have to be supported by a good mobile network so that the data can be sent to the server.

So that, we made a system to count the delay characteristics from different provider. It will be used for consideration in the manufacture of ITS systems. The provider that use in this research is 4G technology. If we know the delay, we'll easily to choose the best provider, which have low delay rate. The measuring is take place in Surabaya, the location are Jalan Pemuda, Terminal Purabaya, and Jalan Basuki Rahmat.

After the measurment, we will know the delay characteristics from three different provider. The delay result at Jalan Pemuda is under 0,4s is provider C with CDF 92%, then at Terminal Purabaya the delay under 0,4s is provider A with CDF 98%, and Jalan Basuki Rahmat delay under 0,4s is provider A with CDF 96%. When the delay under 0,4s the CDF is almost 100%. Actually The delay in 4G network still fine. It can be the alternative to support e-ticketing system in ITS that would applied in Surabaya.

Keywords: e-ticketing, ITS, delay, celluler, wireless.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Laporan	3
1.7 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Intelligent Transport System</i>	5
2.1.1 <i>E-Ticketing</i>	6
2.2 Teknologi 4G.....	6
2.2.1 E-UTRAN.....	7
2.2.2 EPC.....	8
2.2.3 MME.....	8
2.2.4 S-GW	8
2.2.5 P-GW	8
2.3 Pemodelan OSI Layer.....	9
2.3.1 <i>Physical Layer</i>	9
2.3.2 <i>Data Link Layer</i>	9
2.3.3 <i>Network Layer</i>	10
2.3.4 <i>Transport Layer</i>	10
2.3.5 <i>Session Layer</i>	10
2.3.6 <i>Presentation Layer</i>	10
2.3.7 <i>Application Layer</i>	10
2.4 Model Layer TCP/IP	11
2.4.1 <i>Network Interface Layer</i>	11
2.4.2 <i>Internet Layer</i>	11
2.4.3 <i>Transport Layer</i>	13
2.4.4 <i>Application Layer</i>	15
2.5 <i>Quality of Service</i>	16

2.5.1	Delay	16
2.6	<i>Cumulative Distribution Function</i>	18
2.7	Delphi.....	18
2.8	Xampp.....	19
2.8.1	MySQL.....	19
2.8.2	PHPMyAdmin	19
2.9	Wireshark.....	20
BAB III METODE PENGUKURAN		21
3.1	Pendahuluan	21
3.2	Gambaran Umum Perancangan Kerja.....	21
3.3	Pembuatan Sistem Pengukuran Delay.....	23
3.4	Perencanaan Perangkat Pendukung.....	26
3.4.1	Kebutuhan Perangkat Keras	27
3.4.2	Kebutuhan perangkat lunak	29
3.4.3	Pemilihan Provider yang Digunakan	30
3.5	Lokasi Pengukuran.....	30
3.6	Skenario Pengukuran.....	35
3.7	Skenario pengolahan data.....	37
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		41
4.1	Hasil dan Analisis Delay Lokasi Jalan Pemuda	41
4.2	Hasil dan Analisis Delay Lokasi Terminal Purabaya	44
4.3	Hasil dan Analisis Delay Lokasi Jalan Basuki Rahmat.....	49
4.4	Analisis Perbandingan Perhari	54
4.4.1	Analisis Perbandingan Perhari di Jl Pemuda	54
4.4.2	Analisis Perbandingan Perhari di Terminal Purabaya	55
4.4.3	Analisis Perbandingan Perhari di Jl Basuki Rahmat.....	56
4.5	Analisis Perbandingan Perlokasi.....	57
4.6	Analisis Perbandingan Perprovider	58
4.7	Analisis Wireshark	59
BAB V PENUTUP		65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....		67
LAMPIRAN		89
RIWAYAT HIDUP		101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh penerapan ITS di Surabaya	5
Gambar 2.2 Arsitektur Teknologi 4G	7
Gambar 2.3 Perbandingan model OSI Layer dengan model TCP/IP	11
Gambar 2.4 TCP three-way handshake.....	14
Gambar 3.1 Tulang ikan metode pengerjaan tugas akhir	22
Gambar 3.2 Rancangan komunikasi data pengukuran	23
Gambar 3.3 arsitektur system pengukuran delay	24
Gambar 3.4 Algoritma system pengukuran delay	24
Gambar 3.5 Interface aplikasi pengukuran nilai delay	25
Gambar 3.6 Xiaomi redmi 2, Andromax M2S, Huawei Y6.....	28
Gambar 3.7 <i>Coverage</i> area 4G untuk provider A	31
Gambar 3.8 <i>Coverage</i> area 4G untuk provider B.....	31
Gambar 3.9 <i>Coverage</i> area 4G untuk provider C.....	32
Gambar 3.10 <i>Coverage</i> area 4G untuk provider D	32
Gambar 3.11 Denah lokasi pengukuran Jalan Pemuda	33
Gambar 3.12 Denah lokasi pengukuran Terminal Purabaya	34
Gambar 3.13 Denah lokasi pengukuran Jalan Basuki Rahmat.....	34
Gambar 3.14 konfigurasi pengukuran	35
Gambar 3.15 Alur flowchart scenario pengukuran	36
Gambar 3.16 Alur pengolahan data nilai karakteristik delay	37
Gambar 3.17 <i>Field</i> yang digunakan untuk pengolahan data	38
Gambar 4.1 Hasil CDF hari ke-1 Jalan Pemuda	42
Gambar 4.2 Hasil CDF hari ke-2 Jalan Pemuda	43
Gambar 4.3 Hasil CDF pada hari ke-1 sampai 2 Jalan Pemuda.....	44
Gambar 4.4 Hasil CDF hari ke-1 di Terminal Purabaya	45
Gambar 4.5 Hasil CDF hari ke-2 Terminal Purabaya	46
Gambar 4.6 Hasil CDF hari ke-3 Terminal Purabaya	47
Gambar 4.7 Hasil CDF Hari ke-4 Terminal Purabaya	47
Gambar 4.8 Hasil CDF hari ke-5 Terminal Purabaya	48
Gambar 4.9 Hasil CDF di Terminal Purabaya	49
Gambar 4.10 Hasil CDF Hari ke-1 Jalan Basuki Rahmat.....	50
Gambar 4.11 Hasil CDF hari ke-2 lokasi Jalan Basuki Rahmat	51

Gambar 4.12 Hasil CDF hari ke-3 lokasi Jalan Basuki Rahmat	52
Gambar 4.13 Hasil CDF hari ke-4 Jalan Basuki Rahmat.....	53
Gambar 4.14 Hasil CDF hari ke-5 lokasi Jalan Basuki Rahmat	53
Gambar 4.15 Hasil CDF di Jl. Basuki Rahmat	54
Gambar 4.25 Grafik CDF per Provider.....	59
Gambar 4.26 skenario <i>three way handshake</i>	60
Gambar 4.27 Hasil Pengukuran Wireshark	61
Gambar 4.28 datalink layer.....	61
Gambar 4.29 Network Layer	62
Gambar 4.30 Transport layer	62
Gambar 4.31 Proses Koneksi TCP	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Nilai Waktu Respon	18
Tabel 3.1 SQL untuk mengatur hasil pengukuran nilai delay	30
Tabel 4.1 Perbandingan perhari di Jalan Pemuda delay < 0,4 s	55
Tabel 4.2 Perbandingan perhari di Jalan Pemuda delay < 2 s	55
Tabel 4.3 Perbandingan perhari di Terminal Purabaya delay < 0,4 s	56
Tabel 4.4 Perbandingan perhari di Terminal Purabaya delay < 2 s	56
Tabel 4.5 Perbandingan perhari di Jalan Basuki Rahmat delay < 0,4 s	57
Tabel 4.6 Perbandingan perhari di Jalan Basuki Rahmat delay < 2 s ...	57
Tabel 4.7 Perbandingan perlokasi dengan delay < 0,4 s	58
Tabel 4.8 Perbandingan perlokasi dengan delay < 2 s	58
Tabel 4.9 Perbandingan Per Provider	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Angka pertumbuhan penduduk di Indonesia semakin pesat. Hampir setiap tahun terjadi peningkatan jumlah penduduk. Kota Surabaya merupakan salah satu kota dengan pertumbuhan penduduk yang padat. Hal itu mempengaruhi kebutuhan transportasi tiap individu di Kota Surabaya bertambah. Seiring dengan bertambahnya kebutuhan akan transportasi, jalanan pun akan semakin padat. Maka dari itu dibutuhkan suatu aplikasi untuk mengatasi hal tersebut. Solusi yang dihadirkan di Kota Surabaya saat ini adalah teknologi Informasi dan Komunikasi dalam program-program pembangunan system cerdas (*Intelligent*) untuk manajemen dan rekayasa lalu lintas. Salah satu hasil tersebut adalah penerapan awal *Intelligent Transport System (ITS)*.

Salah satunya penerapan dari *ITS* adalah pengadaan transportasi massal yang layak dan memudahkan untuk masyarakat, salah satunya *Surabaya Mass Rapid Transportation (SMART) Tram and Monorail Project*. Penerapan *ITS* erat hubungannya dengan teknologi komunikasi data, karena semua komunikasi akan berbasis IP (*Internet Protocol*). Contoh penerapan *ITS* dari system pembayaran, informasi berupa *voice* maupun *text*, pengecekan lokasi, dan pemantauan/ monitoringnya. Hal ini dikarenakan nantinya semua tram dan monorail terhubung dengan server dengan perantara internet.

Teknologi *Long Term Evolution (LTE)* atau 4G merupakan teknologi terbaru yang bisa menghasilkan layanan data dengan kecepatan yang tinggi untuk perangkat *mobile*, dengan menjanjikan bandwidth yang setara bahkan melebihi kecepatan jaringan internet di rumah. Dengan menggunakan teknologi *LTE* diharapkan mampu mendukung system komunikasi data dari penerapan *ITS*.

Untuk itu akan dilakukan penelitian nilai delay untuk mengetahui kinerja dari jaringan nirkabel 4G di Surabaya, agar didapatkan hasil performansi dari TCP/IP, sehingga dapat dipilih suatu provider seluler yang mempunyai nilai delay paling rendah yang bisa mendukung komunikasi sistem *ITS*, dan menjadi salah satu pertimbangan *ITS* yang ada di Kota Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Provider yang sudah menggunakan teknologi 4G
2. Lokasi yang sudah terlayani oleh jaringan 4G
3. Mengukur nilai delay untuk daerah Surabaya
4. Mendapatkan suatu provider seluler dengan nilai delay yang rendah di Surabaya

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah :

1. Studi kasus dilakukan di Kota Surabaya lokasi di Jalan Pemuda, Jalan Basuki Rahmat, dan Terminal Purabaya
2. Nilai yang diukur untuk mengetahui kinerja TCP/IP yaitu delay
3. Software yang digunakan yaitu perangkat lunak sistem pengukuran delay dan mysql database xampp.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui kinerja TCP/IP pada jaringan nirkabel LTE di Surabaya.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam proses pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini dapat dilakukan dengan mengelompokkan dalam nenerapa metodologi, yaitu:

1. Studi Literatur

Pencarian dan pengumpulan literatur yang berkaitan dengan kinerja TCP/IP, baik berupa jurnal artikel, buku refrensi, website dan dari sumber yang lain.

2. Desain dan Perancangan System Pengukuran

Selanjutnya melakukan desain untuk melakukan pengukuran agar bisa mendapatkan nilai delay yang dibutuhkan. Selain itu memlih lokasi yang mempunyai trafik yang tinggi.

3. Pengukuran Delay

Untuk pengukuran akan dilakukan di tempat umum, seperti terminal, stasiun, dan tempat umum lainnya. Yang akan diukur yaitu nilai delay.

4. Analisis data

Hasil dari simulasi selanjutnya dianalisa. Nilai yang dianalisa adalah nilai karakteristik delay yang diperoleh pada saat pengukuran. Akan didapat hasil analisa delay.

5. Kesimpulan

Mendapatkan kesimpulan dari hasil analisis.

1.6 Sistematika Laporan

Laporan penelitian Tugas Akhir ini disusun secara sistematis dibagi dalam beberapa bab, dengan perincian sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisikan penjelasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan manfaat.

Bab II Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini membahas secara singkat dan jelas teori-teori yang terkait dalam penulisan Tugas Akhir.

Bab III Metode Pengukuran

Dalam bab ini membahas tentang metodologi yang digunakan dalam penelitian atau pengukuran yang dilakukan di lokasi yang telah ditentukan.

Bab IV Hasil dan Analisis Data

Dalam bab ini membahas mengenai hasil dan analisis dari pengukuran karakteristik delay yang didapat. Kemudian akan dipilih salah satu provider yang akan dijadikan acuan untuk komunikasi data yang ada di sistem tram dan monorail.

Bab V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan pokok dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat dijadikan sebagai pengembangan dari penelitian selanjutnya.

1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat terhadap bidang ilmu telekomunikasi sehingga mendapatkan kinerja TCP/IP jaringan 4G sehingga dapat menjadi pertimbangan kedepannya untuk kebutuhan *Intelligent Transport System*.

[halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Intelligent Transport System*

Intelligent Transport System (ITS) dalam bahasa Indonesia berarti system transportasi cerdas. Sistem ini mempunyai tujuan untuk membuat system transportasi cerdas yang dapat memudahkan pengguna transportasi untuk mendapatkan informasi, mempermudah transaksi, dan lainnya. ITS sendiri merupakan sebuah penerapan teknologi dan konsep untuk mengembangkan dan meningkatkan system transportasi secara menyeluruh. ITS pertama kali dikembangkan di Jepang pada tahun 1970, yang kemudian dikembangkan di Amerika dan Eropa.

ITS menggunakan teknologi yang menghubungkan masing-masing kendaraan secara individu dan karakteristik dengan jaringan transportasi. Beberapa teknologi dapat melakukan itu, termasuk alat yang dapat menyentuh kendaraan menggunakan infrastruktur yang khusus di pasang dipinggir jalan (contoh: sinyal komunikasi jarak pendek) atau GPS (*Global Positioning System*) atau Jaringan telepon selular. Dengan teknologi ini, selain masing-masing kendaraan dapat memperoleh informasi, informasi ini dapat dikomunikasikan baik dari kendaraan ke infrastruktur maupun ke kendaraan lain, hal ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum tentang status jaringan transportasi.



Gambar 2.1 Contoh penerapan ITS di Surabaya [9]

Teknologi ITS ini mulai berkembang di Indonesia khususnya di kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, dan juga Surabaya. Awalnya pada tahun 2010-2012 Surabaya memulai dengan meletakkan platform dasar ATCS cerdas yang siap diintegrasikan dalam kerangka ITS. Pada tahap awal ini mulai dilakukan pemasangan *Local Controller* ATCS yang kompatibel dengan konsep ITS, sensor video untuk monitoring traffic, serta jaringan komunikasi dan traffic, serta jaringan komunikasi dan *Traffic Control Monitoring Room*. Kemudian sampai tahun 2016 mulai dikembangkan lebih luas lagi. Seperti pada Gambar 2.1 adalah gambar dari penerapan ITS Surabaya. [9]

2.1.1 *E-Ticketing*

E-ticketing atau dikenal dengan *electronic tiket* adalah suatu sistem perdagangan untuk sistem pembayaran ticket. Misalnya untuk sistem pembayaran monorail dan tram. *E-ticketing* memungkinkan penggunaan *smartcard* pada sistem pembayarannya. Smartcard berfungsi untuk pembayaran saat menggunakan kendaraan umum. Penggunaannya dengan cara tap-in pada saat masuk ke kendaraan angkutan massal dan pada saat keluar/ sampai ditujuan.

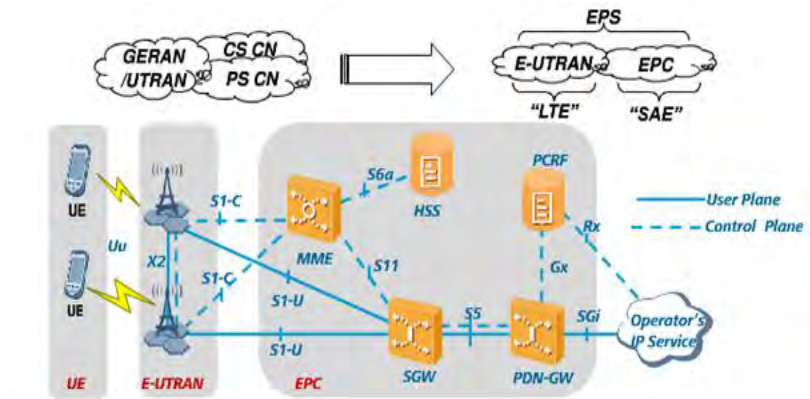
Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk penumpang untuk naik bus dan tap-in membutuhkan waktu hingga 4s dengan menggunakan kartu magnetik [17]. Kartu magnetik adalah kartu yang mampu menyimpan data data dengan memodifikasi magnet. Tetapi seiring perkembangan jaman, teknologi kartu magnetik digantikan oleh smart card. Smart card adalah suatu kartu yang terdiri dari mikroprosesor dan sebuah memory card. Sehingga pada saat sudah migrasi ke smart card, waktu yang dibutuhkan untuk penumpang melakukan tap-in tiket menjadi 2s [17]. Untuk perbandingannya pada saat 25 orang menggunakan kartu magnetik, dengan menggunakan smart card bisa digunakan 50 orang.

2.2 **Teknologi 4G**

4G (*fourth-generation technology*) merupakan jaringan yang dirancang sebagai jaringan *all-IP* yang berbasis *packet switched* seperti halnya jaringan backbone berbasis IP. LTE adalah teknologi radio 4G yang masih dalam tahap pengembangan oleh 3GPP dengan kemampuan pengiriman data pengiriman data mencapai 300 Mbps untuk downlink dan sebesar 75 Mbps untuk uplink [11]. Kecepatan ini dicapai dengan

menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) pada downlink dan *Single Carrier Frequency Division Multiplex* (SC-FDMA).

Pada Gambar 2.2 merupakan arsitektur dari teknologi 4G. Teknologi LTE dirancang untuk menyediakan efisiensi spectrum yang lebih baik, peningkatan kapasitas radio, latency dan biaya operasional yang lebih rendah bagi provider serta layanan pita lebar nirkabel bergerak dengan kualitas tinggi untuk pengguna.



Gambar 2.2 Arsitektur Teknologi 4G [2]

2.2.1 E-UTRAN

E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*) berfungsi untuk menghubungkan antara perangkat mobile dengan EPC. E-UTRAN terdiri dari satu komponen yaitu evolved Node B (eNB). Pada teknologi 3G sebelumnya, bagian ini terdiri dari dua komponen, yaitu Node B dan RNC. Tetapi pada jaringan 4G memiliki fungsi dari keduanya. Hal ini mempersingkat waktu komunikasi antara mobile dengan base station.

Fungsi utama dari E-UTRAN adalah sebagai pengirim transmisi radio ke semua mobile yang ada di jangkauannya. Dengan pemrosesan signal analog dan signal digital. Dan juga sebagai pemroses signalling

messages yaitu untuk mengendalikan low level operation dari sebuah mobile.

2.2.2 EPC

Beberapa komponen penting dari EPC (*Evolved Packet Core*) adalah MME, S-GW, P-GW, HSS. HSS (*Home Subscriber Server*) adalah server yang menyimpan seluruh data subscriber network provider.

Dua jenis interface yang menghubungkan antara E-UTRAN dan EPC (eNB ke MME dan S-GW) adalah interface S1-MME, yang juga menangani *signaling message (control plane)*, dan S1-U yang menangani traffic (*user plane*). Kemudian S-GW dihubungkan dengan MME melalui sebuah interface yang disebut dengan interface S10 (*control plane*), sedangkan interface yang menghubungkan antara S-GW dan P-GW adalah S5/S8. Dimana S5 adalah jika S-GW dan P-GW berada dalam satu network, ini hubungannya dengan *Roaming network*. Sedangkan S8 jika S-GW dan P-GW berada di jaringan yang berbeda. Interface yang menghubungkan network dengan dunia luar adalah SGi yaitu antara PDN gateway dan internet atau server network provider atau IP *Multimedia Subsystem*. Interface S6a menghubungkan antara MME dan HSS.

2.2.3 MME

Mobile Manajemen Entity (MME) adalah komponen yang mengurus high-level operation dari mobile menangani *mobility mobile* (signalling message). Sebuah UE akan terhubung dengan sebuah MME yang disebut dengan serving MME. Namun dapat saja berpindah MME jika UE tersebut berpindah cukup jauh.

2.2.4 S-GW

S-GW (*Serving Gateway*) berfungsi sebagai high-level router, yang mana meneruskan data antara eNB dan P-GW. Sebuah UE akan terhubung dengan sebuah S-GW tapi dapat saja berpindah ke S-GW yang lain jika UE tersebut berpindah cukup jauh.

2.2.5 P-GW

P-GW (*Packet Data Network Gateway*) adalah titik akhir dimana network berhubungan dengan komponen luar. Seperti halnya internet, network provider server, dan IP Multimedia subsystem. Setiap P-GW

diidentifikasi dengan APN (*Access Point Name*). Sebuah provider biasanya menggunakan APN untuk masing-masing layanan, misal untuk internet atau IP multimedia subsystem. Ketika UE pertama kali dinyalakan akan langsung disambungkan ke default PDN Gateway seperti halnya internet untuk memberikan layanan always on. Selanjutnya, akan dihubungkan ke PDN Gateway lain sebagai additional seperti halnya IP multimedia subsystem atau private corporate network. Setiap PDN gateway akan tetap sama selama masa waktu koneksi data.

2.3 Pemodelan OSI Layer

Pemodelan OSI (*Open System Interconnection*) layer adalah pemodelan yang pertama kali digunakan di dalam jaringan computer dan ditetapkan oleh ISO (*International Standar Organization*). Secara umum pada OSI Layer terdapat tujuh buah layer didalamnya. Pada Gambar 2.3 terdapat perbandingan antara OSI Layer dan pemodelan layer TCP/IP.

Pada layer OSI dari bawah ke atas dan juga sebaliknya terjadi proses pembungkusan (*capsulation*) dan proses pemecahan unit data (di sisi computer pengirim) dan pembukaan bungkus yang disebut *encapsulation*, juga penyusunan kembali unit data (di sisi computer peneerima). [5]

2.3.1 Physical Layer

Physical layer merupakan lapisan terbawah osi layer yang mendefinisikan besaran fisik seperti media komunikasi dan tegangan arus. Lapisan ini dapat bervariasi bergantung pada media komunikasi pada jaringan yang bersangkutan. Layer ini berfungsi sebagai media transmisi jaringan, pengabelan, topologi jaringan, pensinyalan, dan sinkronisasi bit. Pada layer ini unit data disebut bit.

2.3.2 Data Link Layer

Data link layer merupakan layer OSI di lapis kedua. Layer ini lebih tinggi dibandingkan dengan layer fisik. Hal ini dikarenakan layer ini menyediakan transfer data yang lebih nyata. Sebagai penghubung antara media network dan layer protocol yang lebih tinggi. *Data link layer* berfungsi untuk melakukan koreksi kesalahan, *flow control*, menentukan operasi perangkat keras jaringan (hub, switch, jaringan), serta pengalaman perangkat keras. Pada layer ini disebut dengan frame.

2.3.3 Network Layer

Tugas dari layer network adalah untuk mendefinisikan alamat computer di dalam jaringan (*IP Address*), membuat header paket, dan melakukan proses routing. Pada layer ini unit data disebut dengan datagram (paket)

2.3.4 Transport Layer

Layer transport adalah pusat dari layer OSI ini. Layer ini menyediakan transfer yang reliable dan transparan antara kedua titik akhir, layer ini juga menyediakan multipleksing, kendali alir, dan pemeriksaan error serta memperbaikinya. Fungsi dari layer ini adalah untuk memecah data ke dalam beberapa buah paket data, dan kemudian, dilakukan penomoran. Dengan adanya penomoran ini dapat memudahkan proses penyatuan kembali disisi penerima. Pada layer ini unit data disebut dengan segmen.

2.3.5 Session Layer

Layer ini menyediakan layanan kedua layer diatasnya. Melakukan koordinasi komunikasi antara entity layer yang diwakilinya. Pada layer ini berfungsi untuk melakukan proses pendefinisian dan pembuatan koneksi, pemeliharaan koneksi, serta penghancuran koneksi (*destroy*). Pada layer ini unit data disebut data.

2.3.6 Presentation Layer

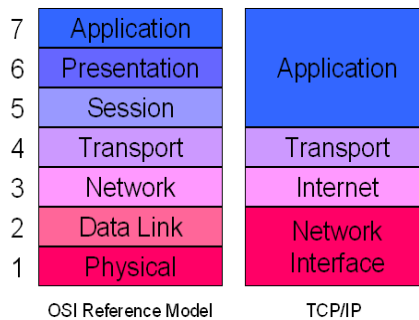
Pada layer ini berfungsi untuk menerjemahkan data yang ditransmisikan oleh aplikasi ke dalam format yang dapat ditransmisikan oleh jaringan computer. Sama dengan di layer session, unit data disini disebut dengan data.

2.3.7 Application Layer

Layer ini merupakan layer yang paling atas di layer OSI. Layer ini mempunyai fungsi untuk mendefinisikan spesifikasi aplikasi untuk dapat berkomunikasi di jaringan computer, sebagai *interface* aplikasi dengan jaringan, pengaksesan jaringan. Sama seperti layer sebelumnya, unit data dari aplikasi adalah data.

2.4 Model Layer TCP/IP

TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) adalah standar komunikasi data yang digunakan oleh komunitas internet dalam proses tukar-menukar data dari satu komputer ke komputer lain di dalam jaringan Internet. Layer TCP/IP mengimplementasikan arsitektur berlapis yang terdiri dari empat lapis. Empat lapis ini, dapat dipetakan terhadap model referensi OSI layer. Pada Tugas akhir ini layer yang ditinjau adalah layer fisik, layer internet, dan layer transport. [5]



Gambar 2.3 Perbandingan model OSI Layer dengan model TCP/IP

2.4.1 Network Interface Layer

Layer terbawah dari model TCP/IP adalah Network Interface Layer, tanggung jawab utama dari layer ini adalah menentukan bagaimana sebuah komputer dapat terkoneksi kedalam suatu jaringan komputer, hal ini sangat penting karena data harus dikirimkan dari dan ke suatu host melalui sambungan pada suatu jaringan.

2.4.2 Internet Layer

Internet layer dari model TCP/IP berada diantara network interface layer dan transport layer. Internet layer berisi protokol yang bertanggung jawab dalam pengalamatan dan routing paket.

2.4.2.1 Internet Protokol (IP)

Protokol IP merupakan inti dari protocol TCP/IP. Data yang berasal dari protokol pada layer di atas IP harus dilewatkan, diolah oleh

protocol IP, dan dikirimkan sebagai paket IP, agar sampai ke tujuan. Dalam melakukan pengiriman data, IP memiliki sifat yang dikenal sebagai *unreliable, connectionless, datagram delivery service*.

Unreliable merupakan protokol IP tidak menjamin datagram yang dikirim akan sampai ke tempat tujuan. Protokol IP hanya akan melakukan usaha sebaik-baiknya (*best effort delivery service*), agar paket yang dikirim tersebut sampai ke tujuan. Jika saat perjalanan paket terjadi hal-hal yang tidak diinginkan (salah satu jalur putus, router down, atau host/network tujuan sedang *down*), protokol IP hanya memberitahu ke pengirim paket melalui protokol ICMP, bahwa terjadi masalah dalam pengiriman paket IP ke tujuan. Jika diinginkan keandalan yang lebih baik, keandalan itu harus disediakan oleh protokol yang berada diatas layer IP ini (yaitu TCP dan application layer).

Connectionless berarti dalam mengirim paket dari tempat asal ke tujuan, pihak pengirim dan penerima paket IP sama sekali tidak mengadakan perjanjian (*handshake*) terlebih dahulu. Datagram delivery service berarti setiap paket data yang dikirim adalah independen terhadap paket data yang lain. Akibatnya jalur yang ditempuh oleh masing-masing paket data IP ke tujuannya bias jadi berbeda satu dengan yang lainnya. Karena jalur yang ditempuh berbeda, kedatangan paket pun bias jadi tidak berurutan. Hal ini dilakukan untuk menjamin tetap sampainya paket IP ke tujuan, walaupun salah satu jalur ke tujuan itu mengalami masalah.

2.4.2.2 Address Resolution Protokol (ARP)

ARP adalah protokol yang berfungsi memetakan *ip address* menjadi *MAC address*. ARP merupakan penghubung antara data link layer dan ip layer pada TCP/IP. Semua komunikasi yang berbasis ethernet menggunakan protokol ARP ini. Setiap komputer atau device yang akan berkomunikasi akan melakukan transaksi atau tukar menukar informasi terkait antara IP dan MAC address. Setiap transaksi akan disimpan di dalam cache OS.

2.4.2.3 Internet Control Message Protokol (ICMP)

Internet Control Message Protocol (ICMP) adalah salah satu protokol inti dari keluarga protokol internet. ICMP digunakan oleh sistem operasi komputer jaringan untuk mengirim pesan kesalahan, contoh, bahwa komputer tujuan tidak bisa dijangkau. ICMP berbeda tujuan

dengan TCP dan UDP, ICMP tidak digunakan secara langsung oleh aplikasi jaringan milik pengguna. Salah satu pengecualian adalah aplikasi ping yang mengirim pesan ICMP Echo Request (dan menerima Echo Reply) untuk menentukan apakah komputer tujuan dapat dijangkau dan berapa lama paket yang dikirimkan dibalas oleh komputer tujuan.

2.4.2.4 Internet Group Message Protokol (IGMP)

Internet Group Management Protocol (IGMP) adalah protokol komunikasi yang digunakan untuk mengelola keanggotaan *Internet Protocol multicast grup*. IGMP digunakan oleh IP host dan sekitar *multicast* router untuk membentuk grup multicast. Ini merupakan bagian dari alamat IP multicast spesifikasi, operasi di atas lapisan jaringan, walaupun tidak benar-benar bertindak sebagai transportasi protokol. Hal ini sejalan dengan ICMP untuk unicast sambungan. IGMP dapat digunakan untuk online streaming video dan game, dan memungkinkan lebih efisien penggunaan sumber daya saat ini mendukung jenis aplikasi. IGMP tidak mengijinkan beberapa serangan, dan Firewall umumnya memungkinkan pengguna untuk menonaktifkannya jika tidak diperlukan.

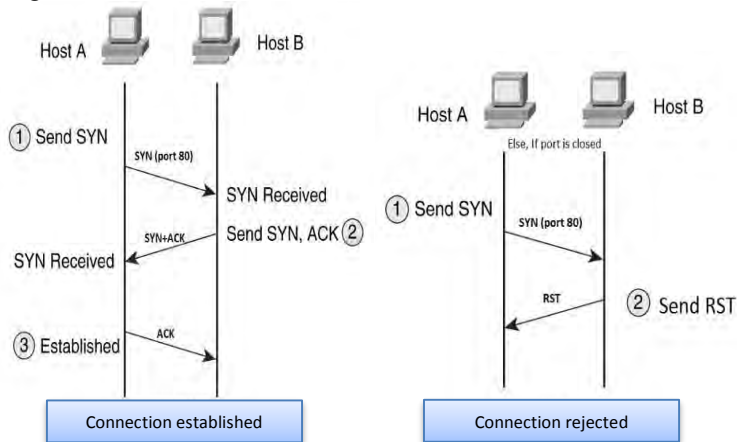
2.4.3 Transport Layer

Transport layer digunakan untuk menentukan bagaimana host pengirim dan host penerima dalam membentuk sebuah sambungan sebelum kedua host tersebut berkomunikasi, serta seberapa sering kedua host ini akan mengirim *acknowledgment* dalam sambungan tersebut satu sama lainnya. Transport layer hanya terdiri dari dua protocol, yaitu TCP (*Transport Control Protokol*) yang bertugas untuk membentuk sambungan, mengirim *acknowledgment*, dan menjamin terkirimnya data sedangkan UDP digunakan untuk membuat transfer data menjadi lebih cepat.

2.4.3.1 TCP

Transmission Control Protocol (TCP) adalah salah satu jenis protokol yang memungkinkan kumpulan komputer untuk berkomunikasi dan bertukar data di dalam suatu *network* (jaringan). TCP dipakai untuk aplikasi-aplikasi yang membutuhkan keandalan data. Pada protokol TCP ini, data dikirim ke tujuannya dalam suatu urutan seperti ketika dikirim. Selain itu, TCP juga mempunyai *flow control* yaitu untuk mencegah data

terlalu banyak dikirimkan pada satu waktu, yang dapat membuat “macet” jaringan.



Gambar 2.4 TCP three-way handshake

Pada Gambar 2.4 merupakan gambar proses terjadinya three-way handshake. Selama transmisi data, dua host berkomunikasi melalui proses sinkronisasi untuk membentuk koneksi untuk setiap sesi antar host. Proses sinkronisasi digunakan untuk memastikan bahwa kedua sisi siap untuk transmisi data dan memperbolehkan peralatan untuk menentukan nomor urutan awal untuk sesi tersebut. Proses ini dinamakan three-way handshake. Untuk membentuk sesi TCP, host client akan menggunakan port layanan yang dikenal untuk dihubungkan pada sebuah host server.

Untuk Gambar 2.4 yang atas menunjukkan bahwa komunikasi berjalan, proses *three-way handshake* berlangsung baik. Sedangkan untuk gambar yang bawah menunjukkan bahwa *server* menolak atau RST (*reset*) data dari *client*, hal ini bisa dikarena bahwa portnya tertutup.

2.4.3.2 UDP

User Datagram Protocol (UDP) adalah salah satu protokol yang mendukung komunikasi yang tidak andal (*unreliable*) karena pesan-pesan UDP akan dikirim tanpa adanya nomor urut atau pesan *acknowledgement*. Tetapi kelebihan dari UDP ini adalah salah satu

protokol yang ringan, karena protokol ini tidak membutuhkan adanya komunikasi *one-to-one* tetapi *one-to-many*. Jadi pesan-pesan UDP akan dikirimkan tanpa harus dilakukan proses negoisasi koneksi antara dua host yang hendak bertukar informasi.

2.4.4 Application Layer

Application layer adalah bagian dari TCP/IP dimana permintaan data atau pelayanan diproses, aplikasi pada layer ini menunggu di portnya masing-masing dalam suatu antrian untuk diproses. *Application layer* bukanlah tempat bagi *word processor*, *spreadsheet*, *internet browser* atau yang lainnya akan tetapi aplikasi yang berjalan pada layer ini berinteraksi dengan *word processor*, *spreadsheet*, *internet browser* atau yang lainnya, contoh aplikasi populer yang bekerja pada layer ini misalnya FTP dan HTTP.

2.4.4.1 HTTP

Http (*Hypertext Transfer Protocol*) adalah suatu protocol yang digunakan untuk mentransfer dokumen dalam *World Wide Web* (WWW). Http mengatur perintah apa saja yang harus dilakukan oleh webserver dan web browser sebagai respon atas perintah-perintah yang ada pada protokol http ini. Http mendefinisikan bagaimana suatu pesan bisa diformat dan dikirimkan dari server ke client. Contoh: ketika mengetikkan suatu alamat atau URL pada web browser, maka web browser akan mengirimkan perintah http ke web server. Web server kemudian akan menerima perintah ini dan melakukan aktivitas sesuai dengan perintah yang diminta oleh web browser, misalnya seperti mengakses ke database, file, email dan lainnya. Kemudian hasil dari aktivitas tadi akan dikirimkan kembali ke web browser untuk ditampilkan.

Http bekerja diatas TCP yang menjamin sampainya data di tujuan dalam urutan yang benar. Bila suatu kesalahan terjadi selama proses pengiriman, maka pengirim akan mendapat pemberitahuan bahwa telah terjadi ketidakberesan.

Protokol http mempunyai dua buah metode utama di dalam layanan yang diberikan kepada pengguna jaringan computer. Kedua metode tersebut adalah POST dan GET. Metode POST berfungsi untuk proses pengiriman data ke server, dengan melakukan penambahan,

pengeditan, dan pengubahan data di server. Metode GET dikhususkan untuk memperoleh data dan informasi dari server. [5]

2.5 *Quality of Service*

Quality of Service (QoS) adalah suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan, yang bertujuan untuk memuaskan kebutuhan-kebutuhan layanan yang berbeda, yang menggunakan infrastruktur yang sama. Pada jaringan IP, IP QoS mengacu pada kinerja dari paket-paket IP yang lewat pada satu jaringan atau lebih. QoS dibuat untuk memastikan agar end user mendapatkan performansi yang handal dari perangkat lunak berbasis jaringan. QoS mengacu pada mekanisme control reservasi *resource* terhadap kualitas pelayanan yang ingin dicapai.

2.5.1 Delay

Delay merupakan lamanya waktu yang diperlukan oleh data untuk mencapai tujuan. Delay pengiriman ke penerima pada dasarnya ada beberapa jenis, yaitu propagation delay (delay saat perambatan data melalui media transmisi dari pengirim ke penerima), processing delay (delay ketika data diproses didalam suatu perangkat), dan packetization delay (delay yang terjadi saat proses pembagian data ke dalam paket-paket data termasuk proses enkapsulasi). Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti, atau juga waktu pemrosesan paket yang lama.

Suatu nilai delay dipengaruhi oleh beberapa parameter: Parameter tersebut diantaranya adalah:

1. Koneksi internet yang lambat [3].

Koneksi internet yang lambat bisa mengakibatkan delay muncul, hal ini dikarenakan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk suatu data sampai ke tujuan. Koneksi internet biasanya juga dipengaruhi dari jumlah user atau kepadatan user yang sedang mengakses dilokasi yang sama. Semakin banyak user yang mengakses pada saat yang sama maka koneksi internet akan melambat, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk suatu data sampai ke tujuan akan memakan waktu yang lebih lama.

2. Server yang lambat [14].
Server yang lambat juga mempengaruhi delay. Kondisi server yang digunakan atau diakses banyak user pada saat yang sama, akan mengakibatkan server menjadi lambat. Solusi untuk mengatasi hal ini adalah mengganti server dengan server baru, dengan performa yang lebih tinggi dari sebelumnya.
3. Perubahan routing [15]
Routing adalah proses dimana pengiriman data ataupun informasi dengan meneruskan paket dari jaringan satu ke jaringan lainnya. Perubahan routing maksudnya adalah perpindahan dari jaringan satu ke jaringan lainnya, karena itu routing tidak bisa diamati secara langsung.
4. Karena perpindahan lokasi [16]
Pada saat perpindahan dari satu tempat ke tempat lain tentunya akan mengakibatkan handover, bahkan bisa mengakibatkan tidak terjadinya perpindahan data transfer. Handover tidak bisa diamati secara langsung, karena perpindahan kanal/ sel satu ke sel lainnya yang apabila di kanal yang dituju tidak terlayani maka akan mengakibatkan kegagalan komunikasi.
5. *Network Congestion* [16]
Congestion adalah perlambatan dari laju paket-paket data, hal ini biasanya karena jaringan mempunyai beban yang berat dan membuat performansi menurun. Beban yang berat bisa diakibatkan dari banyaknya user yang menggunakan jaringan yang sama. Karena banyak user yang mengakses maka lalu-lintas jaringan akan bertambah padat, sehingga akan terjadi tabrakan dari paket satu dengan paket lainnya. Tabrakan/ *congestion* dapat mengakibatkan gagalnya suatu paket sampai ke tujuan, sehingga pesan tidak akan tersampaikan dan *client* harus mengirim ulang data yang pakatnya hilang sebelumnya.

Standar delay yang digunakan merupakan standar dari SLAC, Stanford Linear Accelerator Center, merupakan pusat penelitian Departemen Penelitian Energi Nasional yang dijalankan oleh Universitas Stanford. Salah satu yang diteliti adalah bidang telekomunikasi. Pada Tabel 2.1 terlihat tabel standar yang akan digunakan sebagai patokan dari pengukuran nilai delay kali ini.

Tabel 2.1 Standar Nilai Waktu Respon [10]

Range delay (s)	Penggolongan	Keterangan
0 - 0,4	High productivity interactive response	Baik sekali, sangat interaktif
0,4 - 2	Fully interactive regime	Baik, semua terlayani
2 – 12	Sporadically interactive regime	Sedang
>12	Break in contact regime	Buruk, pemutusan koneksi

2.6 Cumulative Distribution Function

Cumulative Distribution Function atau fungsi kepadatan kumulatif adalah fungsi yang menjumlahkan nilai kemungkinan sampai suatu kejadian tertentu, atau bisa dituliskan dengan $p(X < x_1)$.

Bila $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, maka fungsi kepadatan kumulatif untuk $X = x_k$ dituliskan dengan : $p(X \leq x_k) = p(x_1) + p(x_2) + \dots + p(x_k)$.

Untuk mencari suatu nilai CDF, biasanya untuk memudahkannya membuat PDF (*Probability Density Function*). PDF adalah suatu kemungkinan / probabilitas munculnya suatu kejadian. Setelah didapat nilai PDFnya, kemudian menjumlahkan hasil PDF sehingga mendapat nilai akumulatif untuk nilai sebelumnya.

2.7 Delphi

Delphi adalah suatu Bahasa pemrograman (development language) yang digunakan untuk merancang suatu aplikasi program. Delphi termasuk Bahasa tingkat tinggi (*high level language*), maksudnya yaitu perintah-perintah programnya menggunakan Bahasa yang mudah dipahami oleh manusia. Bahasa pemrograman Delphi disebut Bahasa procedural artinya mengikuti urutan tertentu. Program ini mempunyai beberapa keunggulan, yaitu produktivitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan compiler, pola desain yang menarik serta diperkuat dengan Bahasa pemrograman yang terstruktur.

Sebagian besar pengembang Delphi menuliskan dan mengkompilasi kode program dalam lingkungan *Integrated Development Environment* (IDE). IDE menyediakan sarana yang diperlukan dalam pembangunan perangkat lunak. Tujuan dari IDE adalah untuk menyediakan semua utilitas yang diperlukan dalam membangun perangkat lunak.

Dalam membuat aplikasi perintah-perintah, Delphi menggunakan pemrograman visual. Delphi termasuk salah satu aplikasi yang dapat digunakan untuk mengolah teks, grafik, angka, database, dan aplikasi web. Delphi dapat menangani pembuatan aplikasi windows sederhana, merancang aplikasi program berbasis grafis, membuat program berbasis jaringan (client/ server), dan merancang program berbasis internet (.NET).

2.8 Xampp

Xampp adalah sebuah perangkat lunak yang mendukung banyak system operasi, yang terdiri dari beberapa aplikasi. Fungsinya sendiri adalah sebagai server yang berdiri sendiri. Program yang dimiliki oleh xampp diantaranya adalah Apache HTTP server, Mysql database, dan penerjemah Bahasa yang ditulis dengan menggunakan PHP dan Perl. Xampp merupakan singkatan dari X (empat system operasi), Apache, Mysql, PHP, dan Perl.

2.8.1 MySQL

Mysql merupakan sebuah perangkat lunak untuk manajemen basis data SQL (*database management system*). MySQL sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep database, terutama untuk pemilihan, seleksi, *input* data, yang memungkinkan dapat dilakukan dengan mudah dan otomatis. Mysql terdapat di beberapa platform, misalnya untuk windows dan linux. Kelebihan dari MySQL adalah bisa berjalan stabil di system operasi windows atau linux, *open source* (gratis), mempunyai tipe kolom yang kompleks, dan juga memiliki struktur tabel yang fleksibel.

2.8.2 PHPMysqlAdmin

PHPMysqlAdmin merupakan salah aplikasi yang berfungsi untuk memudahkan manajemen MySQL. Dengan menggunakan PHPMysqlAdmin

dapat memudahkan untuk membuat database, membuat tabel, menghapus tabel, hingga meng-update dengan gui, dan mengolah data terasa lebih mudah tanpa perlu mengetikkan perintah SQL.

PHPMyAdmin menawarkan fitur yang mencakup semua keseluruhan dari server SQL. Dengan menggunakan aplikasi ini dapat digunakan sebagai database administrator dengan MySQL sebagai basis pilihannya.

2.9 Wireshark

Wireshark adalah suatu tool yang digunakan untuk melakukan analisa mengenai paket jaringan. Tugas dari Network Packet Analyzer akan mencoba “menangkap” paket-paket jaringan dan berusaha untuk menampilkan semua informasi dari suatu paket sedetail mungkin. Wireshark merupakan perangkat lunak untuk menganalisa lalu-lintas jaringan computer.

Menggunakan wireshark dapat menganggap penganalisa jaringan sebagai perangkat ukur yang dipergunakan untuk memeriksa apa yang terjadi dalam kabel jaringan. Wireshark merupakan salah *tool* untuk menganalisa jaringan yang paling baik. Contoh penggunaan wireshark adalah sebagai administrator jaringan untuk *troubleshoot* masalah jaringan, network security jaringan untuk memeriksa masalah keamanan jaringan, developer menggunakannya untuk debug implementasi protocol, dan lain sebagainya.

Wireshark dapat membaca data secara langsung dari Ethernet, token-ring, FDDI, serial (PPP dan SLIP), 802.11 wireless LAN, dan koneksi ATM.

BAB III

METODE PENGUKURAN

3.1 Pendahuluan

Teknologi 4G merupakan teknologi telekomunikasi yang saat ini sedang berkembang di Indonesia. Teknologi 4G sudah menjangkau kota besar yang ada di Indonesia. Salah satunya adalah kota Surabaya. Maka dari itu penulis ingin mengetahui nilai delay yang didapatkan saat transaksi menggunakan jaringan 4G.

Pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan suatu aplikasi yang dibangun dari perangkat lunak dari Delphi. Dari aplikasi itu akan didapat nilai delay yang kemudian akan diolah untuk mengetahui kinerja TCP/IP jaringan 4G yang ada di Surabaya.

Pengukuran nilai pengukuran delay akan digunakan untuk pertimbangan sistem ITS yang akan di terapkan di Surabaya, khususnya untuk e-ticketing komunikasi dengan server. Pada saat diterapkan sistem ITS pada tram dan monorail, sistem untuk pembayaran tiket akan menggunakan e-ticketing, yaitu sebuah sistem dimana pembayarannya dengan mengisi saldo pada *smartcard* selanjutnya pembayaran menggunakan *smartcard* dilakukan setiap menaiki angkutan ini. Nantinya perangkat akan membaca data pada *smartcard* kemudian data akan dikirimkan menuju server. Sehingga saldo pada kartu akan berkurang.

3.2 Gambaran Umum Perancangan Kerja

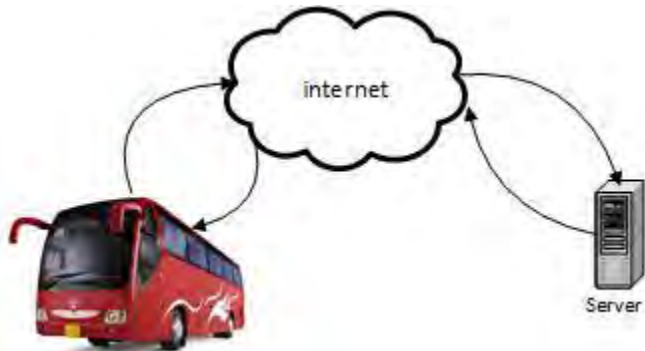
Pada pengerjaan tugas akhir telah dibuat suatu metodologi pengerjaan system dari pengukuran karakteristik nilai delay jaringan 4G yang ada di Surabaya. Pada Gambar 3.1, bisa dilihat diagram tulang ikan yang dijadikan acuan untuk pengerjaan Tugas Akhir ini. Pada awalnya diperlukan studi literature yang berkaitan mengenai tugas akhir ini, seperti mengenai ITS, jaringan 4G, dan kinerja TCP/IP. Setelah didapatkan materi tersebut, penulis mempelajari materinya. Kemudian setelah studi literature dirasa cukup, proses selanjutnya yaitu membuat system pengukuran delaynya. Sistem ini dibuat berbasis Delphi. Kemudian dipersiapkan perangkat keras, nomor empat buah provider, perangkat seluler, dan juga perangkat lunak yang diperlukan.



Gambar 3.1 Tulang ikan metode pengerjaan tugas akhir

Sebelum mulai pengukuran penulis melakukan survey lokasi yang akan dilakukan untuk pengukuran. Kriteria dari lokasi yang dimaksud adalah lokasi yang dekat dengan jalan raya, dan terdapat trafik yang yang tinggi. Akhirnya setelah melakukan survey dipilihlah tiga lokasi, yaitu Jalan Pemuda, Terminal Purabaya, dan yang terakhir di jalan Basuki Rahmat.

Nilai delay yang dicari akan digunakan untuk pertimbangan membangun sistem ITS. Salah satu contoh penerapan ITS adalah pada sistem angkutan massal. Pada Gambar 3.2 menunjukkan komunikasi Tram ke server, diperlihatkan lokasi untuk tap-in e-ticketing yang berada didalam tram, kemudian mengirimkan data tiket ke server dengan menggunakan jaringan seluler, kemudian server akan memberikan balasannya lagi. Tetapi pada pengukuran kali ini dilakukan secara menetap di lokasi yang ditentukan. Sehingga didapatkan nilai delay di suatu tempat itu, agar menjadi pertimbangan untuk pemilihan provider seluler yang akan digunakan pada saat komunikasi dengan server yang dilakukan saat tram berhenti/ pada saat naiknya penumpang menaiki tram.



Gambar 3.2 Rancangan komunikasi data pengukuran

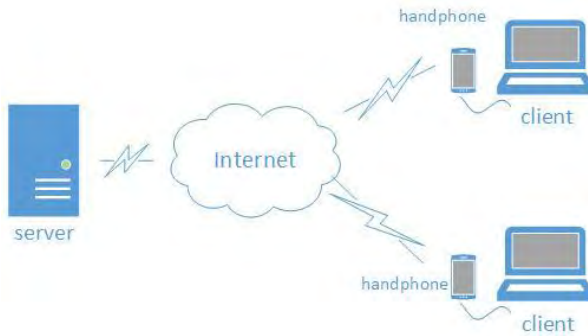
Setelah dilakukan pengukuran akan didapatkan hasil pengukuran delay, hasilnya dianalisis untuk mengetahui kondisi jaringan 4G yang ada di daerah tersebut. Analisis kinerja TCP/IP yang akan dianalisis adalah nilai dari delay untuk empat provider jaringan 4G yang ada di tiga lokasi.

Setelah selesai proses analisis, hal terakhir yang dilakukan adalah pembuatan buku. Pembuatan buku meliputi ulasan teori, analisis hasil, dan kesimpulan yang didapat dari hasil analisis.

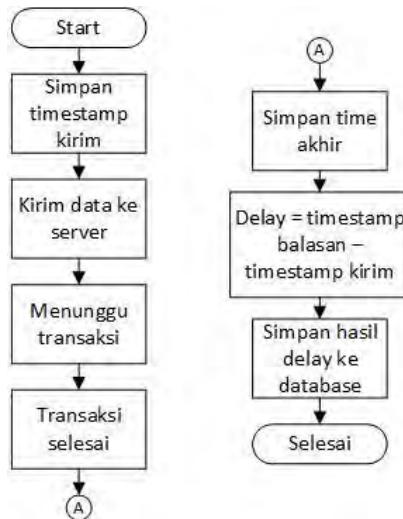
3.3 Pembuatan Sistem Pengukuran Delay

Pada Gambar 3.3 terlihat arsitektur dari system pengukuran delay yang digunakan. Pengukuran delay ini menggunakan dua buah perangkat komputer jinjing. pada computer jinjing itu diinstall atau diaktifkan aplikasi pengukuran nilai delay. Komputer jinjing tersebut terkoneksi/tethering dengan salah satu handphone dengan koneksi 4G. Kemudian akan mengirim data ke server. Setelah itu dari server akan memberi jawaban dan jawaban tersebut akan dikirim lagi ke user. Sehingga bisa diperoleh nilai karakteristik delay yang dicari.

Aplikasi yang digunakan untuk pengukuran nilai delay merupakan perangkat lunak berbasis Delphi. Aplikasi ini akan mengirimkan file berupa http ke server kemudian server akan memberikan jawaban ke aplikasi ini. Kemudian akan mengurangi nilai dari waktu dari jawaban diterima lagi dengan waktu saat melakukan pengiriman.



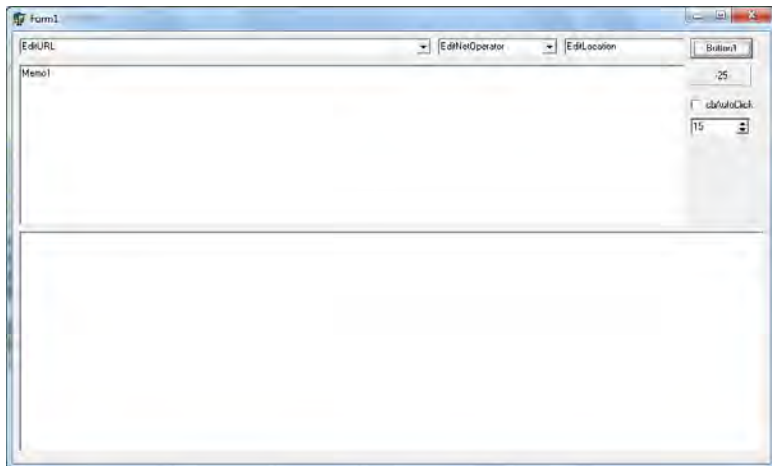
Gambar 3.3 arsitektur system pengukuran delay



Gambar 3.4 Algoritma system pengukuran delay

Pada tugas akhir ini dibuat suatu flowchart algoritma mengenai system pengukuran nilai delay yang diukur dari beberapa provider. Pada Gambar 3.4 bisa dilihat alur dari aplikasi ini.

Algoritma dari aplikasi ini saat mulai yaitu aplikasi akan mengambil/ mencatat timestamp, yaitu jumlah detik saat diambil waktunya, dari counter internal yang terdapat pada suatu computer jinjing yang digunakan, pada saat akan mengirim paket data http ke server. Nilai timestamp ini mempunyai resolusi satuan milidetik. Kemudian data tersebut akan dikirim ke server dengan menggunakan protocol yang telah disediakan. Suatu proses dengan menggunakan protocol http, akan memerlukan beberapa kali transaksi pengiriman data, untuk memastikan bahwa paket telah terkirim pada server. Kemudian apabila selesai transaksi, lalu catat lagi timestamp akhir. Timestamp akhir didapat dari computer ketika proses transaksi berbasis http selsai sampai ke *client* lagi. Kemudian hitung nilai delay, nilai delay dapat dicari dengan mengurangkan timestamp akhir dengan timestamp kirim. Lalu hasilnya disimpan di database yang ada dikotak bagian bawah di Gambar 3.5, dan jawabnya disimpan ke database. Tunggu selama beberapa detik, lalu ulangi lagi proses dari awal sampai selesai. Nantinya akan didapat nilai delay dalam mili detik.



Gambar 3.5 Interface aplikasi pengukuran nilai delay

Pada Gambar 3.5 terlihat gambar interface aplikasi pengukuran nilai delay ini. Untuk konfigurasi dari aplikasi ini hanya cukup mengisi lokasi/ alamat dari server yang merupakan tujuan data yang akan dikirim.

Kemudian provider apa yang sedang aktif terkoneksi dengan computer jinjing tersebut. Lalu untuk memudahkan mengetahui lokasi pengukuran cukup isi di kolom EditLocation lokasi pengukuran saat itu. Setelah mengisi semua data yang diperlukan, langkah terakhir mengatur mengenai pengiriman data tiap detik seberapa. Pada pengukuran ini diambil waktu pengukuran tiap 15 detik, jadi waktu pengukuran setiap 15 detik sekali, tetapi untuk waktu pengukuran bisa diganti sesuai kemauan. Yang terakhir perlu dilakukan adalah memberi tanda *checkbox* pada kolom autoClick agar pengiriman menjadi otomatis setiap 15 detik sekali. Apabila yang ditekan Button1 maka pada saat ditekan akan langsung mengirim data ke server.

Apabila terjadi kegagalan pengiriman data maka data berikutnya yang akan dikirim harus menunggu selama 60 detik. Hal ini dimaksudkan karena apabila kegagalan terjadi karena koneksi yang terganggu, maka waktu 60 detik bisa digunakan untuk penyambungan koneksi kembali. Setelah 60 detik, kemudian akan mengirim lagi http ke alamat server yang telah ditulis pada kolom EditURL.

Untuk hasil pengukuran mempunyai format seperti dibawah ini:

```
Insert into NetTest ( CltTimeStamp, URL, NetProvider,
Location, ResponseText, ResponseLines, StartTick,
ResponseTick, dTick ) values ( "20160129-050158",
"http://jkn1.lawanghosting.pw/test_traffic.php", "D",
"bungur", "115.178.252.20<-->Svr:103.27.206.204", 1 ,
343701 , 345183 , 482 );
```

Format tersebut merupakan format atau *code* yang digunakan dalam Bahasa pemrograman PHP. Digunakannya format seperti itu karena untuk pengolahan data akan diolah di xampp, hal ini bertujuan memudahkan mengolah hasil pengukuran.

Akan ada 11 kolom yang ada di xampp. Kolom tersebut adalah id, CltTimeStamp, URL, NetProvider, Location, ResponseText, ResponseLines, StartTick, ResponseTick, dTick, dan yang terakhir adalah SvrTSTamp.

3.4 Perencanaan Perangkat Pendukung

Pada pengukuran kali ini memerlukan beberapa perangkat pendukung untuk pengukuran nilai delay. Perangkat pendukung ini

berupa perangkat keras dan juga perangkat lunak. Perangkat ini disiapkan untuk mempermudah melakukan pengujian dalam tugas akhir ini.

3.4.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Salah satu perangkat pendukung yang digunakan untuk pengukuran adalah kebutuhan perangkat keras. Perangkat kelas yang digunakan berupa computer jinjing dan handphone/ modem wifi.

3.4.1.1 Perangkat Komputer Jinjing

Perangkat computer jinjing/ laptop yang digunakan untuk pengukuran delay pada tugas akhir ini ada dua buah. Yang pertama yaitu HP Probook 4420s dan Notebook Asus Eee PC 1215P. Dalam pengukuran kali ini tidak memerlukan computer jinjing/ laptop dengan spesifikasi khusus. Hanya perlu computer jinjing yang mempunyai perangkat wirelessnya. Sehingga dapat menerima sinyal dari handphone.

Spesifikasi dari HP Probook 4420s adalah sebagai berikut:

1. Processor: Intel® Core™ i3-330M Processor (2.13 GHz, Cache 3 MB) AMD Phenom™ II X4 945 Processor (3 CPUs), 3.0 GHz
2. RAM DDR3 2 GB.
3. hardisk 320 GB
4. Sistem operasi Windows 7 Professional

Spesifikasi dari Notebook Asus Eee PC 1215P sendiri adalah sebagai berikut:

1. Processor Intel® Atom™ N570 (Dual Core; 1.6GHz)
2. RAM: DDR3 2GB
3. Hardisk 320 GB
4. Sistem Operasi: Windows 7

3.4.1.2 Kebutuhan Handphone dan Modem Wifi

Pada pengujian tugas akhir ini menggunakan dua buah perangkat telepon genggam dan satu buah modem wifi. Spesifikasi dari perangkat handphone ini yang perlu diperhatikan adalah handphone ini didukung dengan teknologi 4G dengan frekuensi band 1800MHz. Hal ini dikarenakan di Indonesia untuk teknologi 4G ada di band 1800 MHz dan untuk cdma ada di band 850 MHz dan 2300MHz. Handphone yang

digunakan pada pengukuran kali ini adalah Xiaomi Redmi 2 dan Huawei Y6. Untuk modem wifi menggunakan andromax M2S.

Xiaomi Redmi 2 merupakan salah satu handphone dengan teknologi 4G. Frekuensi dari perangkat ini juga sudah didukung oleh provider yang ada di Indonesia. Jadi teknologi 4G yang ada di Xiaomi Redmi 2 sudah bisa digunakan di Indonesia. Spesifikasi dari Xiaomi Redmi 2 adalah sebagai berikut:

1. Sistem operasi: Android Kitkat 4.4.4
2. Chipset: Qualcomm Snapdragon 410
3. CPU: Quad-core 1.2 GHz Cortex-A53
4. GPU: Adreno 306
5. RAM: 1 GB
6. Konektifitas wifi 802.11 b/g/n
7. Bluetooth: v4.0
8. Jaringan: LTE band 3(1800), 7(2600), 38(2600), 39(1900), 40(2300), 41(2500).
HSDPA 850 / 1900 / 2100, TD-SCDMA 1900 / 2100
2G GSM 900 / 1800 / 1900 – SIM 1 & SIM 2



Gambar 3.6 Xiaomi redmi 2, Andromax M2S, Huawei Y6

Perangkat handphone yang kedua adalah Huawei Y6. Huawei Y6 ini juga sudah mempunyai teknologi 4G, dan frekuensi yang digunakan sesuai dengan frekuensi dari provider yang ada di Indonesia. Sehingga handphone dengan teknologi 4G ini sudah bisa digunakan di Indonesia. Sedangkan untuk spesifikasi dari Huawei Y6, adalah:

1. Sistem operasi: Android Lollipop

2. Chipset: Qualcomm Snapdragon 210
3. CPU: Quad-core 1.1 GHz
4. GPU: Adreno 304
5. RAM: 2 GB
6. Jaringan: LTE frekuensi 1800/ 2100
HSDPA frekuensi 900/ 210
2G frekuensi 850/ 900/ 1800/ 1900

Perangkat ketiga yang digunakan adalah Andromax M2S dengan teknologi yang didukung oleh LG. Andromax M2S ini merupakan modem wi-fi, sehingga jumlah user yang menggunakannya bisa mencapai 15 user. Frekuensi yang digunakan juga sudah sesuai dengan provider di Indonesia, sehingga M2S bisa digunakan. Spesifikasi Andromax M2S:

1. Mobile Wi-Fi LTE
2. Chipset Qualcomm MDM 9320
3. Dapat dikoneksikan dengan tablet, pc, smartphone dan perangkat wifi lainnya.
4. Mendukung wi-fi 2.4 GHz
5. Jaringan: LTE band 850 dan 2300 MHz

3.4.2 Kebutuhan perangkat lunak

Selain menggunakan perangkat keras, penelitian kali ini juga menggunakan perangkat lunak lain, selain yang aplikasi berbasis Delphi. Perangkat lunak ini digunakan untuk mendukung pengukuran delay yang dilakukan.

3.4.2.1 *Perangkat Lunak Wireshark*

Salah satu perangkat lunak yang digunakan kali ini adalah wireshark. Wireshark digunakan untuk mengetahui aktivitas apa saja yang terjadi yang dilewati oleh jaringan yang digunakan pada saat pengukuran. Wireshark bisa memfilter IP mana saja yang diinginkan. Setelah memfilter IP, bisa dilihat aktivitas apa saja yang terjadi di jaringan tersebut.

3.4.2.2 *Xampp*

Perangkat lunak kedua yang digunakan adalah xampp. Perangkat ini digunakan untuk mengolah data hasil pengukuran delay yang telah dilakukan. Xampp dipilih karena data yang disajikan sudah dalam bentuk

tabel dan memudahkan penulis dalam mengolah data, mengelompokkan nilai waktu berdasar jam dan kelompokkan dalam range delay.

Pada Tabel 3.1 terlihat code atau perintah yang nantinya kan digunakan dalam pengolahan hasil pengukuran yang sudah dilakukan.

Tabel 3.1 SQL untuk mengatur hasil pengukuran nilai delay

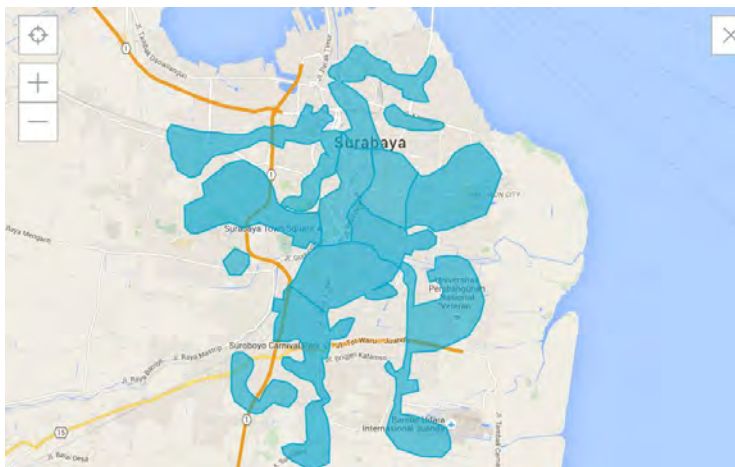
No.	Fungsi	Code sql
1	Memisahkan tanggal	update `bungur`.`nettest` SET `date` = SUBSTRING(CltTimeStamp, 1, 8)
2	Memisahkan waktu	UPDATE `bungur`.`nettest` SET `time` = SUBSTRING(CltTimeStamp, -6)
4	Mengelompokkan nilai delay	UPDATE `bungur`.`nettest` SET `grupdtick` = '950' WHERE `dTICK` >= '950'
5	Menhitung jumlah dari data apa yang diinginkan dengan mengelompokkannya sebelumnya.	SELECT `date`, `NetProvider`, `grupjam`, Count(`grupdtick`), `grupdtick` FROM `nettest` group by `date`, `NetProvider`, `grupjam`, `grupdtick`

3.4.3 Pemilihan Provider yang Digunakan

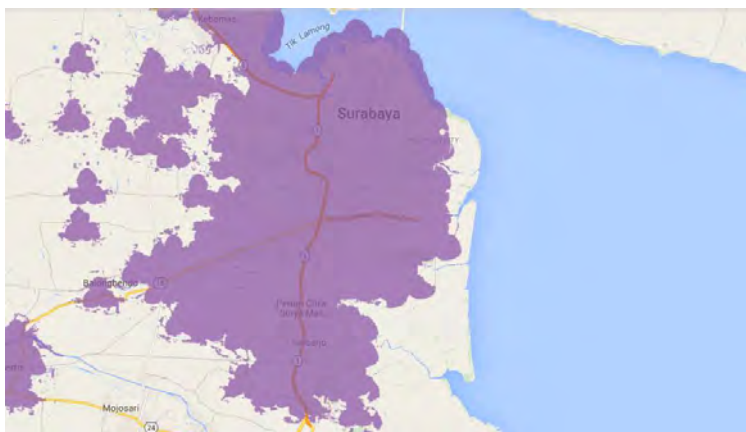
Provider yang digunakan pada pengukuran nilai karakteristik delay disini adalah provider dengan teknologi 4G. Di Surabaya sudah ada beberapa provider yang mempunyai teknologi ini. Dalam pengukuran kali ini digunakan empat provider seluler dengan teknologi 4G. Masing-masing mempunyai frekuensi 900MHz, 1800MHz, dan 2300MHz untuk tiga provider seluler. Untuk provider yang ke-empat berada di frekuensi 850MHz dan 2300MHz. Semua frekuensi yang digunakan oleh empat provider tersebut sudah tersedia di perangkat yang digunakan untuk pengujian ini.

3.5 Lokasi Pengukuran

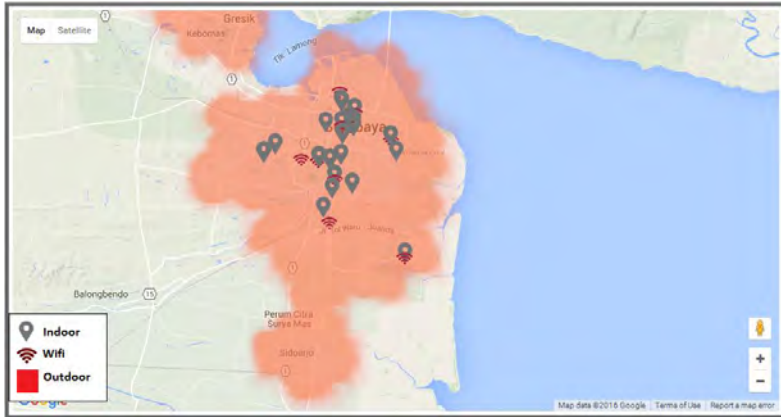
Lokasi yang dipilih untuk melakukan pengukuran adalah lokasi yang ada dipusat kota Surabaya dan mempunyai trafik yang tinggi, serta dekat dengan jalan raya. Pengukuran pada penelitian kali ini adalah meneliti jaringan 4G, maka lokasi yang dipilih harus sudah tercover oleh jaringan 4G.



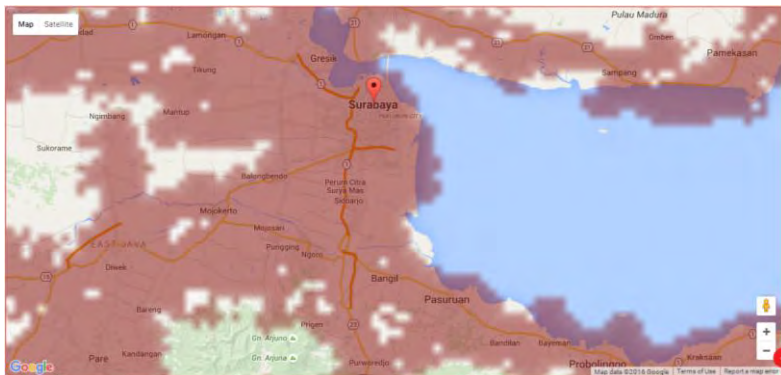
Gambar 3.7 Coverage area 4G untuk provider A



Gambar 3.8 Coverage area 4G untuk provider B



Gambar 3.9 Coverage area 4G untuk provider C



Gambar 3.10 Coverage area 4G untuk provider D

Teknologi LTE merupakan teknologi generasi ke 4. Untuk saat ini masih proses peralihan dari 2G dan 3G menuju ke 4G. Beberapa kota besar di Indonesia sudah menjajal teknologi ini. Salah satunya adalah kota Surabaya, yang merupakan lokasi yang akan digunakan untuk pengukuran. Pada Gambar 3.7, Gambar 3.8, Gambar 3.9, dan Gambar 3.10 merupakan peta untuk daerah yang sudah tercover oleh teknologi 4G. Hampir semua daerah di Surabaya tercover oleh teknologi 4G ini. Lokasi yang dijadikan lokasi pengukuran juga sudah tercover oleh 4G. Lokasi

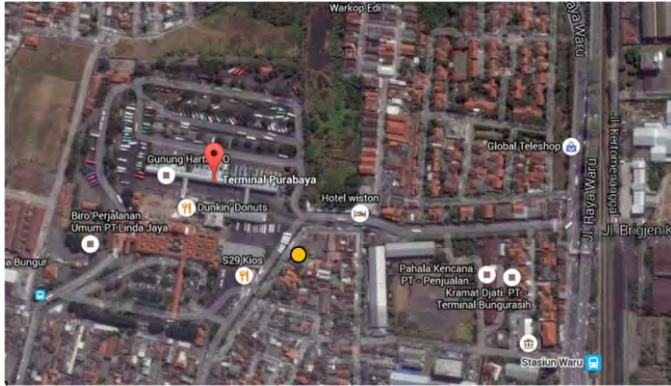
tersebut adalah Jalan Pemuda, Jalan Basuki Rahmat, dan Terminal Purabaya.

Pada Gambar 3.11 bisa dilihat denah Jalan Pemuda. Pada saat pengukuran di Jalan Pemuda dilakukan pengukuran di Plaza Surabaya bertepatan di ruang resepsionis yang berada di lantai 1. Pada Gambar 3.11 terdapat lingkaran kuning yang merupakan lokasi ruang resepsionis yang berada di pintu masuk. Ruang resepsionis yang depan dipilih karena dekat dengan jalan raya. Jalan Pemuda merupakan lokasi yang cukup sentral di Surabaya. Lokasinya termasuk strategis, karena terdapat Mall, banyak kantor, tempat wisata, dan juga tempat makan. Sehingga terdapat banyak orang dan kendaraan yang berlalu-lalang. Lokasi tersebut termasuk lokasi dengan trafik yang tinggi.



Gambar 3.11 Denah lokasi pengukuran Jalan Pemuda

Pada Gambar 3.12 merupakan peta dari Terminal Purabaya dan pengukuran dilakukan di rumah penduduk yang berada di sebelah Terminal Purabaya, dan pada gambar ditunjukkan oleh lingkaran kuning. Pengukuran yang kedua dilakukan di Terminal Purabaya. Terminal Purabaya merupakan lokasi pemberhentian bus dalam dan luar kota. Bus merupakan salah satu alternative yang masih banyak digunakan oleh masyarakat umum, sehingga terminal termasuk lokasi yang didatangi banyak orang.



Gambar 3.12 Denah lokasi pengukuran Terminal Purabaya

Pada pengukuran lokasi ke-tiga adalah Jalan Basuki Rahmat. Gambar 3.13 bisa dilihat peta dari lokasi pengukuran di Jalan Basuki Rahmat, yang bertempat di MC Donald yang ditunjukkan oleh lingkaran berwarna kuning. Jalan Basuki Rahmat merupakan lokasi yang hampir sama dengan jalan pemuda. Lokasi tersebut merupakan pusat Kota Surabaya. Disana terdapat pusat perbelanjaan yang cukup besar, tempat makan cepat saji, tempat makan keluarga, dan juga jalan Basuki Rahmat yang cukup dipadati oleh kendaraan umum maupun pribadi.

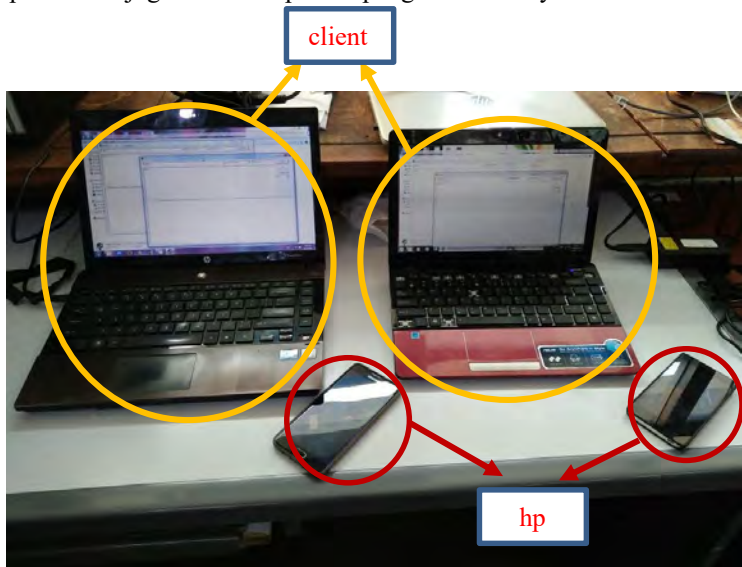


Gambar 3.13 Denah lokasi pengukuran Jalan Basuki Rahmat

3.6 Skenario Pengukuran

Lokasi pengukuran nilai delay ini berlokasi dekat dengan jalan raya, untuk mengetahui nilai karakteristik delay dari ke empat provider yang digunakan pada saat pengukuran. Hal ini lantaran delay yang diharapkan akan menjadi pertimbangan pengerjaan ITS di Surabaya.

Pada Gambar 3.14 bisa dilihat konfigurasi pengukuran yang mengacu dari arsitektur pada Gambar 3.3. Pada pengukuran ini menggunakan dua buah perangkat computer jinjing sebagai client dan dua buah handphone yang dual sim (lihat Gambar 3.3), dan empat buah jenis provider. Pada masing-masing perangkat menggunakan dua buah kartu sim provider jaringan 4G. Pada masing-masing perangkat computer jinjing, harus mengaktifkan wifinya yang kemudian harus terkoneksi dengan salah satu handphone dan juga aktifkan aplikasi pengukuran delay.



Gambar 3.14 konfigurasi pengukuran

Pada Gambar 3.15 dapat dilihat flowchart dari skenario pengukuran yang dilakukan. Hal-hal yang perlu dilakukan sudah ditulis pada Gambar 3.15.

Salah satu tahap awal untuk pembuatan system pengukuran delay adalah penentuan lokasi pengukuran. Lokasi yang digunakan untuk pengukuran adalah lokasi yang dekat dengan jalan raya dan mempunyai trafik yang cukup padat. Sebelum memilih lokasi penulis sebelumnya melakukan peninjauan ke lokasi. Lokasi yang akhirnya dipilih setelah dilakukan peninjauan adalah Jalan Pemuda, Terminal Purabaya, dan jalan Basuki Rahmat. Pemilihan ketiga lokasi itu dengan mempertimbangan kondisi yang padat dan dekat dengan jalan raya.

Untuk tahap awalnya yaitu mempersiapkan dua buah perangkat computer jinjing yang digunakan pada saat pengukuran. Setelah menyalakan kedua computer jinjing tersebut lalu aktifkan hotspot/thetering pada kedua computer jinjing tersebut. Kemudian koneksikan dengan salah satu hotspot. Karena keterbatasan perangkat pada pengukuran ini, sehingga satu computer jinjing untuk dua koneksi hotspot. Jadi setiap terkoneksi dengan salah satu hotspot hanya berlangsung selama sepuluh menit. Setelah berlangsung sepuluh menit kemudian diganti koneksi dari satu provider yang lainnya, hal ini dilakukan sampai pengukuran selesai dilakukan.



Gambar 3.15 Alur flowchart scenario pengukuran

3.7 Skenario pengolahan data

Setelah mendapatkan data nilai delay dari pengukuran. Langkah selanjutnya adalah pengolahan data dari hasil pengukuran tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi jaringan di sekitar lokasi pengukuran, agar bisa menjadi pertimbangan untuk ITS di Surabaya, terutama pada sistem *e-ticketing* yang akan diaplikasikan untuk sistem angkutan massal.

Seperti terlihat pada Gambar 3.16 setelah melakukan pengukuran di beberapa lokasi yang ditentukan, langkah selanjutnya adalah memasukkan data ke PHPMyAdmin yang ada di xampp. Hal ini dikarenakan hasil nilai delay saat pengukuran mempunyai format Bahasa pemrograman PHP.



Gambar 3.16 Alur pengolahan data nilai karakteristik delay

Setelah semua hasil pengukuran terkumpul. Langkah selanjutnya adalah meng-input semua data ke dalam database *localhost* untuk selanjutnya akan diolah agar memudahkan dalam proses analisis data.

Untuk proses penginputan bisa langsung *copy-paste* pada laman SQL, setelah masuk ke localhost/phpmyadmin. Kemudian setelah di *copy-paste* ke laman SQL, lalu tekan kirim. Kemudian semua data akan masuk semua ke database.

Bisa dilihat pada Gambar 3.17 *field* yang digunakan pada pengolahan data. Sebelumnya hanya terdapat tidak terdapat field ID, CltTimeStamp, URL, NetProvider, Location, ResponseText, ResponsesLines, StarTick, ResponseTick, dTick, dan SvrTSTamp yang ada di format saat pengukuran nilai delay. Kemudian penulis hanya perlu menambahkan *field* date, grupjam, dan grupdtick. Date digunakan untuk mengelompokkan tanggal, agar lebih mudah difilter pada saat pengujian. Grupjam dan grupdtick juga digunakan untuk lebih memudahkan pada saat pengukuran.

Field	Jenis	Penyortiran	Atribut	Kosong	Default	Ekstra
ID	int(11)			Tidak	tanpa	auto_increment
date	date			Ya	NULL	
CltTime Stamp	time			Ya	NULL	
grupjam	int(5)			Ya	NULL	
URL	char(58)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL	
NetOperator	char(20)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL	
Location	char(25)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL	
ResponseText	char(58)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL	
ResponseLines	int(11)			Ya	NULL	
StarTick	int(11)			Ya	NULL	
ResponseTick	int(11)			Ya	NULL	
dTick	int(11)			Ya	NULL	
grupdtick	varchar(10)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL	
SvrTSTamp	timestamp		on update CURRENT_TIMESTAMP	Tidak	CURRENT_TIMESTAMP	on update CURRENT_TIMESTAMP

Gambar 3.17 Field yang digunakan untuk pengolahan data

Setelah selesai memasukkan hasil pengukuran ke xampp. Langkah selanjutnya adalah memisahkan antara waktu dengan tanggal, untuk memudahkan filter data. dalam hal ini akan menggunakan *code* yang digunakan pada lokasi bungur. *Code* yang digunakan untuk memisahkan tanggal dan waktu bisa menggunakan fungsi substring, yaitu:

```
update `bungur`.`nettest` SET `date` = SUBSTRING(
CltTimeStamp, 1, 8 ).
```

Tetapi sebelumnya kita harus membuat kolom baru terlebih dahulu, yaitu kolom date. Sehingga kita bisa meng-*copy* data tanggal dari kolom CltTimeStamp ke kolom date. Kemudian *code* selanjutnya adalah:


```
UPDATE `bungur`.`nettest` SET `time` = SUBSTRING(  
CltTimeStamp, -6 )
```

Dengan substring kali ini akan memotong tanggal, sehingga di kolom CltTimeStamp hanya ada nilai waktu.

Setelah semua itu tahap selanjutnya adalah pengelompokkan besarnya nilai delay. Bisa dengan menggunakan *code* seperti dibawah ini:

```
UPDATE `bungur`.`nettest` SET `grupdtick` = '51-100' WHERE  
`dTick` <= '100'
```

Sebelum mengetikan *code* diatas, perlu membuat kolom baru setelah kolom dTick, dengan menggunakan nama grupdtick. Hasil dari *code* tersebut, untuk membuat *range* delay. Misalnya membuat *range* dari 51-100 dengan cara mem-filter nilai paling kecil dari 100.

Setelah pengelompokkan nilai delay, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai yang mempunyai grup delay yang sama. Bisa dengan menggunakan *code* seperti dibawah ini:

```
SELECT `date`, `NetProvider`, `grupjam`, Count(`grupdtick`),  
`grupdtick` FROM `nettest` group by `date`, `NetProvider`, `grupjam`,  
`grupdtick`
```

Kemudian setelah selesai mengatur tabel hasil pengukuran, langkah selanjutnya adalah meng-*export* hasil pengukuran ke dalam bentuk .xls. Langkah terakhir yaitu pengolahan data di *Microsoft excel* dan selanjutnya data dari excel akan dibuat grafik di matlab.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

Setelah merancang system pengukuran, kemudian akan dilakukan pengukuran di lokasi yang telah ditentukan. Pengukuran nilai delay ini dilakukan menggunakan empat jenis provider 4G yang berbeda-beda. Setelah dilakukan pengukuran akan didapatkan nilai dari karakteristik delay yang dicari. Kemudian di bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dan analisis dari pengujian yang telah dilakukan.

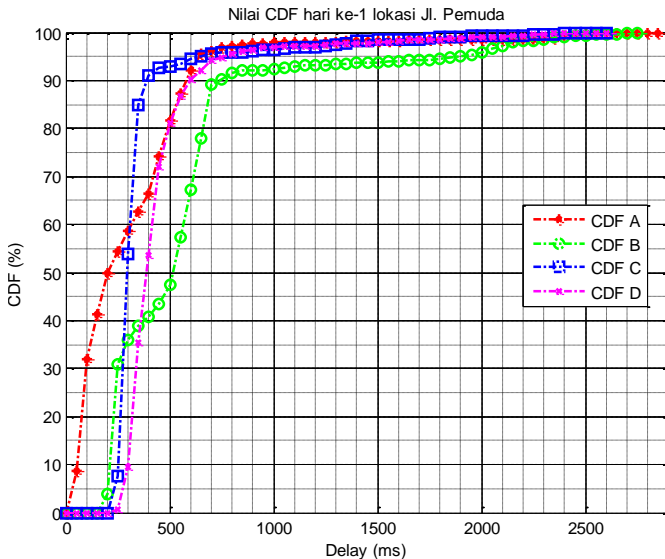
Analisis yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah analisis statistika. Data statistika diperoleh dari pengukuran yang telah dilakukan berupa data tabel nilai delay dari empat provider, yang nantinya dituliskan dengan provider A, provider B, provider C, dan provider D, yang sesuai dengan lokasi di lakukannya pengukuran. Data tabel tersebut dapat disajikan dalam bentuk grafik *Cumulative Density Function* (CDF), yang kemudian akan digunakan untuk mempermudah analisis data statistika dari Tugas Akhir ini. CDF merupakan nilai kumulatif dari probabilitas distribusi fungsi.

Hasil dari nilai delay paling baik, yaitu mempunyai nilai delay yang rendah, akan menjadi pertimbangan untuk ITS yang ada di Surabaya, terutama untuk sistem dari angkutan massal. Dipilihnya provider yang mempunyai nilai delay yang rendah merupakan pertimbangan untuk system ticketing yang berada di bus. Karena pada saat mendapatkan nilai delay yang banyak, mengakibatkan antrian untuk system ticketing, dengan adanya delay yang rendah diharapkan bisa mengurangi antrian saat membayar ticket. Selain itu nilai delay yang baik diperlukan supaya komunikasi antar kendaraan tidak mengalami keterlambatan, dan juga agar memudahkan komunikasi dari server ke angkutan tersebut.

4.1 Hasil dan Analisis Delay Lokasi Jalan Pemuda

Pengukuran yang pertama dilakukan di Lokasi Jalan Pemuda selama dua hari. Pengukuran tersebut dimulai dari jam 12.00 hingga jam 20.00 dengan menggunakan empat provider 4G. Data yang diperoleh pada saat pengukuran sebanyak 8.672 data, kemudian data ini diolah menjadi grafik CDF.

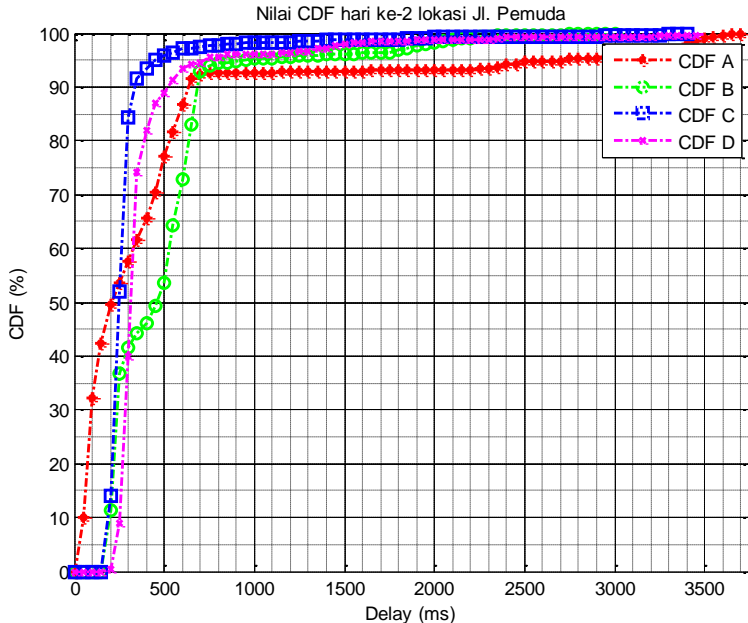
Hasil pengukuran nilai karakteristik delay di Jalan Pemuda yang dilakukan selama dua hari mendapat total data sebanyak 4.662 data, gambar grafik pada hari pertama bisa dilihat pada Gambar 4.1. Pada Gambar 4.1 saat nilai delay kurang dari 0,4s nilai CDF untuk provider A sebesar 66%, provider B sebesar 40%, provider C sebesar 90%, dan untuk provider D sebesar 53%. Provider C merupakan provider yang memiliki nilai delay kurang dari 0,4s dengan CDF paling tinggi, nilai delay kurang dari 0,4s termasuk dalam kategori baik sekali. Sehingga provider seluler C bisa digunakan dalam sistem e-ticketing, karena dengan nilai delay atau waktu tunggu kurang dari 0,4s tidak akan menyebabkan antrian saat pembayaran tiket keluar-masuk tram atau monorail.



Gambar 4.1 Hasil CDF hari ke-1 Jalan Pemuda

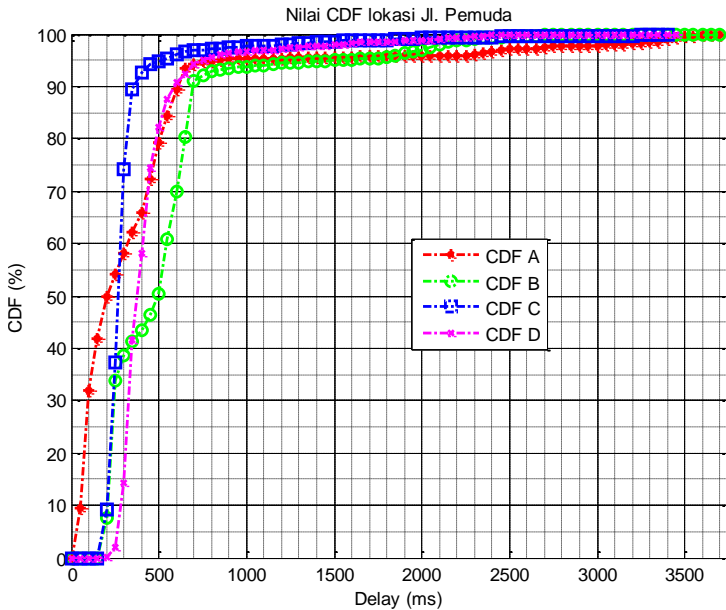
Kemudian pada hari kedua didapatkan data sebanyak 4.011. Pada Gambar 4.2 terlihat data yang bervariasi. Pada saat nilai delay kurang dari 0,4s nilai CDF untuk provider A sebesar 65%, provider B sebesar 46%, provider C sebesar 93%, dan untuk provider D sebesar 81%. Provider C dan D merupakan provider yang mempunyai CDF yang tinggi. Nilai CDF dari keduanya hanya selisih 10%. Tetapi dari keempat provider yang diukur, provider C merupakan provider yang memiliki nilai

delay kurang dari 0,4s dengan CDF paling tinggi, yaitu sebesar 93%. Menurut standar SLAC, nilai delay kurang dari 0,4s termasuk dalam kategori baik sekali.



Gambar 4.2 Hasil CDF hari ke-2 Jalan Pemuda

Pada Gambar 4.3 terlihat nilai delay keseluruhan dari pengukuran pada saat di Jalan Pemuda. Terlihat dari empat provider mempunyai nilai yang bervariasi. Pada saat nilai delay kurang dari 0,4s provider A mempunyai nilai CDF sebesar 65%, provider B sebesar 43%, provider C sebesar 92%, dan kemudian untuk provider D sebanyak 58%. Pada saat nilai delay kurang dari 0,4s termasuk kategori sangat baik. Nilai delay yang paling baik adalah provider C yang mempunyai CDF sebesar 92% saat nilai delay kurang dari 0,4s. Provider C bisa dijadikan alternative acuan untuk sistem e-ticketing pada angkutan masal, seperti tram dan monorail yang akan dibuat di Surabaya.

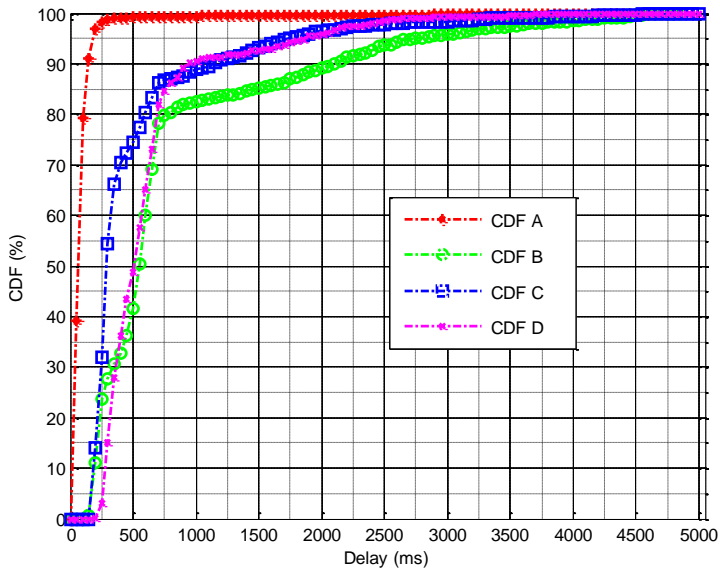


Gambar 4.3 Hasil CDF pada hari ke-1 sampai 2 Jalan Pemuda.

4.2 Hasil dan Analisis Delay Lokasi Terminal Purabaya

Pengukuran yang selanjutnya dilakukan berlokasi di Terminal Purabaya. Pengukuran di Terminal Purabaya di lakukan selama lima hari dari jam 05.00 sampai pukul 21.00 dengan menggunakan empat provider seluler dengan teknologi 4G yang kemudian akan dituliskan sebagai provider A, B, C, dan D. Total data yang didapatkan pada saat pengukuran sebanyak 33.132 data.

Pada pengukuran hari pertama untuk lokasi Terminal Purabaya didapatkan 6.257 data. Kemudian data tersebut diolah menjadi grafik yang digambarkan seperti pada Gambar 4.4. Pada gambar bisa dilihat untuk nilai delay pada masing-masing provider. Pada saat nilai delay kurang dari 0,4s provider A mempunyai nilai CDF sebesar 99%, provider B mempunyai CDF sebesar 32%, provider C mempunyai CDF sebesar 70%, dan provider D mempunyai nilai CDF sebesar 36%. Nilai delay kurang dari 0,4s merupakan nilai delay yang baik untuk aplikasi e-ticketing pada ITS.

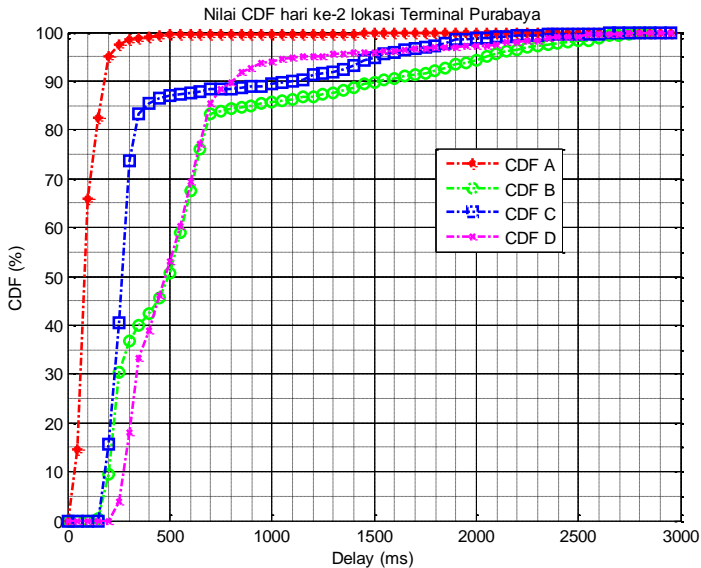


Gambar 4.4 Hasil CDF hari ke-1 di Terminal Purabaya

Hasil pengukuran dari hari-2 mendapatkan total jumlah data pengukuran sebanyak 6.255 data. Hasil grafiknya bisa dilihat pada Gambar 4.5. Pada gambar bisa dilihat untuk nilai delay pada masing-masing provider. Pada saat nilai delay kurang dari 0,4s provider A mempunyai nilai CDF sebesar 99%, provider B mempunyai CDF sebesar 42%, provider C mempunyai CDF sebesar 85%, dan provider D mempunyai nilai CDF sebesar 35%. Nilai delay kurang dari 0,4s menurut standar SLAC merupakan nilai delay yang sangat baik. provider A dengan CDF 99% pada saat delay kurang dari 0,4s, merupakan nilai delay yang paling baik untuk aplikasi e-ticketing pada ITS.

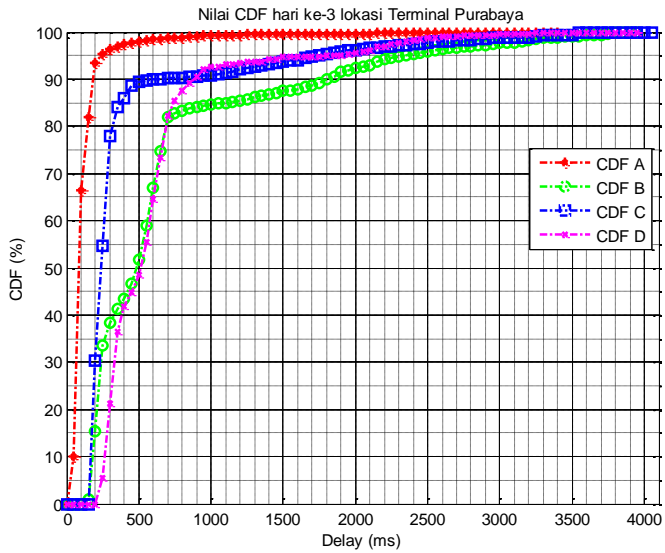
Pengukuran yang dilakukan pada hari ke-3 di Terminal Purabaya mendapatkan hasil sebesar 6.604 data. Data pengukuran ini disajikan dalam bentuk grafik, yang bisa dilihat pada Gambar 4.6. Untuk nilai delay kurang dari 0,4s provider A mempunyai nilai CDF sebesar 97%, provider B mempunyai CDF sebesar 43%, provider C mempunyai CDF sebesar 85%, dan provider D mempunyai nilai CDF sebesar 41%.

Nilai delay kurang dari 0,4s menurut standar SLAC merupakan nilai delay yang sangat baik. provider A dengan CDF 97% pada saat delay kurang dari 0,4s, merupakan nilai delay yang paling baik untuk aplikasi e-ticketing pada ITS. Pada aplikasi e-ticketing nilai delay atau waktu tunggu yang baik adalah nilai paling kecil, sehingga tidak akan menyebabkan adanya antrian pada saat jumlah pengguna tram dan monorail mengalami penglojokan penumpang.

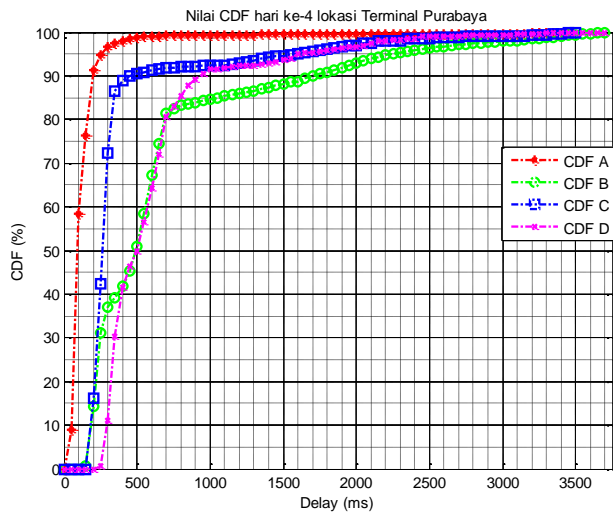


Gambar 4.5 Hasil CDF hari ke-2 Terminal Purabaya

Pada pengukuran hari ke-4 didapat data delay untuk lokasi Terminal Purabaya sebanyak 7.067 data. Pada Gambar 4.7 bisa dilihat grafik nilai delay untuk empat provider. Pada gambar bisa dilihat untuk nilai delay pada masing-masing provider. Pada saat nilai delay kurang dari 0,4s provider A mempunyai nilai CDF sebesar 97%, provider B mempunyai CDF sebesar 41%, provider C mempunyai CDF sebesar 88%, dan provider D mempunyai nilai CDF sebesar 41%. Nilai delay kurang dari 0,4s menurut standar SLAC merupakan nilai delay yang sangat baik. provider A dengan CDF 97% pada saat delay kurang dari 0,4s, merupakan nilai delay yang paling baik untuk aplikasi e-ticketing pada ITS.

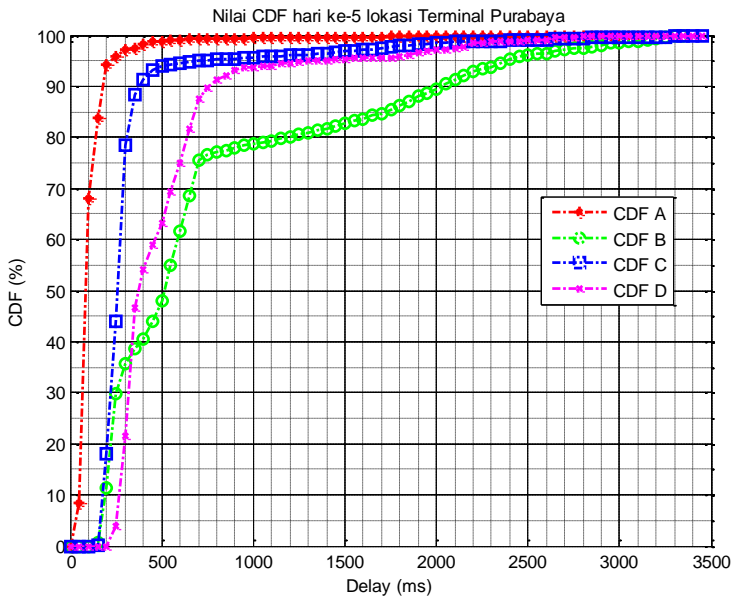


Gambar 4.6 Hasil CDF hari ke-3 Terminal Purabaya



Gambar 4.7 Hasil CDF Hari ke-4 Terminal Purabaya

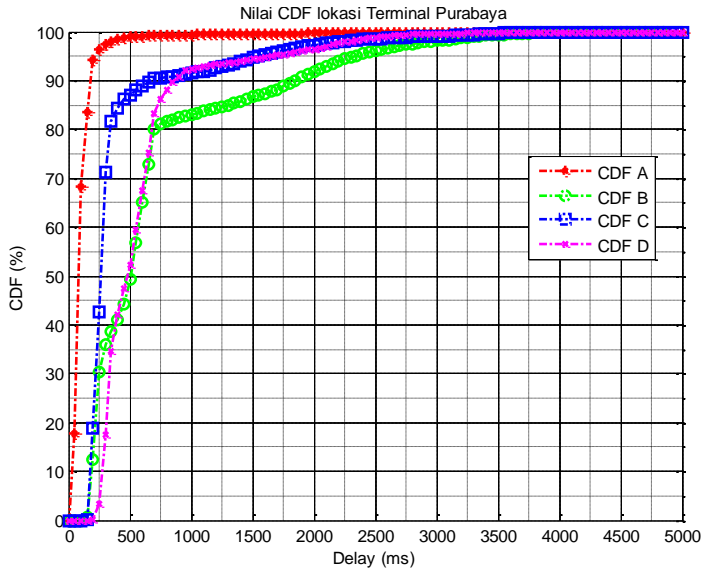
Saat pengukuran di Terminal Purabaya didapat hasil sebanyak 6.949 data delay pada pengukuran hari ke-5. Kemudian hasil data tersebut disajikan dalam bentuk grafik seperti yang terlihat pada Gambar 4.8. Pada gambar bisa dilihat untuk nilai delay pada masing-masing provider. Pada saat nilai delay kurang dari 0,4s provider A mempunyai nilai CDF sebesar 98%, provider B mempunyai CDF sebesar 40%, provider C mempunyai CDF sebesar 91%, dan provider D mempunyai nilai CDF sebesar 54%. Nilai delay kurang dari 0,4s menurut standar SLAC merupakan nilai delay yang sangat baik. provider A dengan CDF 98% pada saat delay kurang dari 0,4s, merupakan nilai delay yang paling baik untuk aplikasi e-ticketing pada ITS.



Gambar 4.8 Hasil CDF hari ke-5 Terminal Purabaya

Pada Gambar 4.9 merupakan grafik total saat pengukuran di Terminal Purabaya. Pada gambar bisa dilihat untuk nilai delay pada masing-masing provider. Pada saat nilai delay kurang dari 0,4s provider A mempunyai nilai CDF sebesar 98%, provider B mempunyai CDF sebesar 40%, provider C mempunyai CDF sebesar 84%, dan provider D

mempunyai nilai CDF sebesar 41%. Nilai delay kurang dari 0,4s menurut standar SLAC merupakan nilai delay yang sangat baik. provider A dengan CDF 98% pada saat delay kurang dari 0,4s, merupakan nilai delay yang paling baik untuk aplikasi e-ticketing pada ITS.

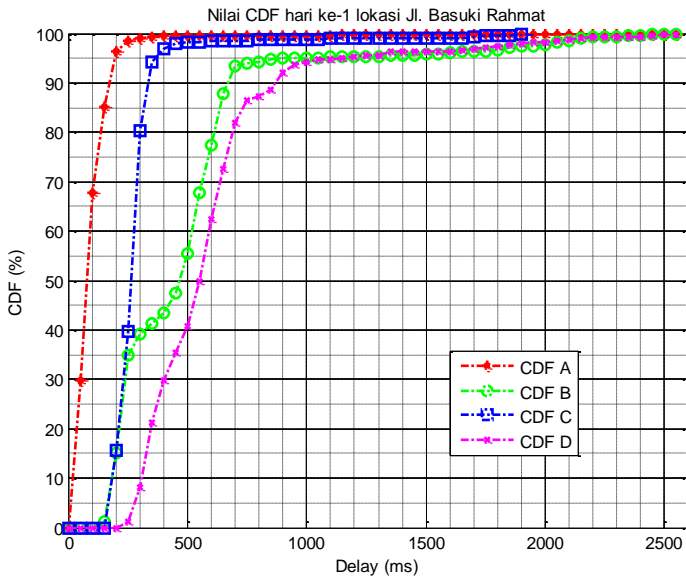


Gambar 4.9 Hasil CDF pada hari ke-1 sampai ke-5 Terminal Purabaya

4.3 Hasil dan Analisis Delay Lokasi Jalan Basuki Rahmat

Pengukuran yang ketiga dilakukan di Jalan Basuki Rahmat. Pengukuran di Jalan Basuki Rahmat ini dilakukan selama lima hari. Dari pengukuran ini didapatkan data delay sebanyak 13.051 data. Kemudian data ini diolah, lalu disajikan dalam bentuk grafik perhari dan satu grafik menampilkan total dari data pengukuran dalam bentuk CDF. Penyajian CDF dilakukan berdasar secara harian dan juga total semua didalam satu grafik. Setelah didapatkan grafik CDF akan diolah lagi menjadi tabel sehingga lebih memudahkan untuk membandingkan provider seluler mana yang mempunyai nilai delay paling baik. Nilai delay paling baik adalah provider dengan delay paling rendah.

Saat pengukuran di Jalan Basuki Rahmat pada hari pertama, didapatkan data delay sebanyak 2.700 data. Kemudian data tersebut diolah menjadi grafik seperti pada Gambar 4.10. Dalam grafik didapat nilai delay kurang dari 0,4s untuk provider A mendapatkan nilai CDF sebesar 99%, provider B sebesar 43%, provider C sebesar 96%, provider D sebesar 29%. Nilai delay kurang dari 0,4s merupakan nilai delay sangat baik dari standar SLAC, pada lokasi Jalan Basuki Rahmat provider yang mempunyai nilai delay sangat baik yaitu provider A, dengan CDF sebesar 99%.

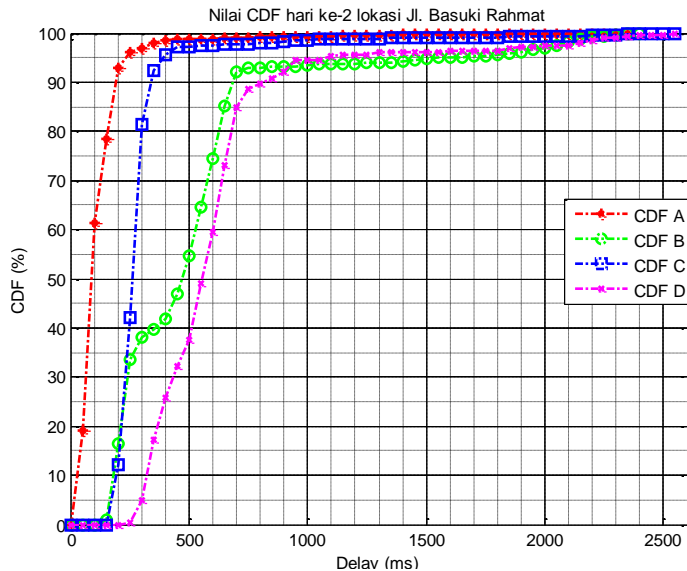


Gambar 4.10 Hasil CDF Hari ke-1 Jalan Basuki Rahmat

Pada saat pengukuran di Jalan Basuki Rahmat didapatkan data sejumlah 2538 data. Kemudian data tersebut akan diolah dan disajikan dalam bentuk grafik. Grafik dari pengukuran pada hari ke-2 bisa dilihat di Gambar 4.11. Pada grafik menunjukkan bahwa saat nilai delay kurang dari 0,4s, provider A mempunyai nilai CDF sebesar 98%, dan provider B sebesar 41%, kemudian untuk provider C nilai CDFnya sebesar 95%, dan yang terakhir untuk provider D sebesar 25%. Nilai delay kurang dari 0,4s termasuk dalam kategori sangat baik, untuk hari ke-2, provider yang

mempunyai CDF paling besar untuk delay kurang dari 0,4s adalah provider A.

Pengukuran di Jalan Basuki Rahmat pada hari ketiga didapatkan 2.630 data. Kemudian data ini diolah ke dalam bentuk grafik, dan disajikan seperti pada Gambar 4.12. Bisa dilihat bahwa pada saat nilai delay kurang dari 0,4s, provider A mempunyai nilai CDF sebesar 98%, provider B mempunyai nilai CDF sebesar 47%, provider C mempunyai nilai CDF sebesar 91%, dan untuk provider D pada saat delay kurang dari 0,4s mempunyai nilai CDF sebesar 31%. Sehingga bisa diambil kesimpulan pada saat pengukuran delay di Jalan Basuki Rahmat untuk hari ke-3 adalah provider A, karena pada saat nilai delay kurang dari 0,4s mempunyai CDF sebesar 98%.

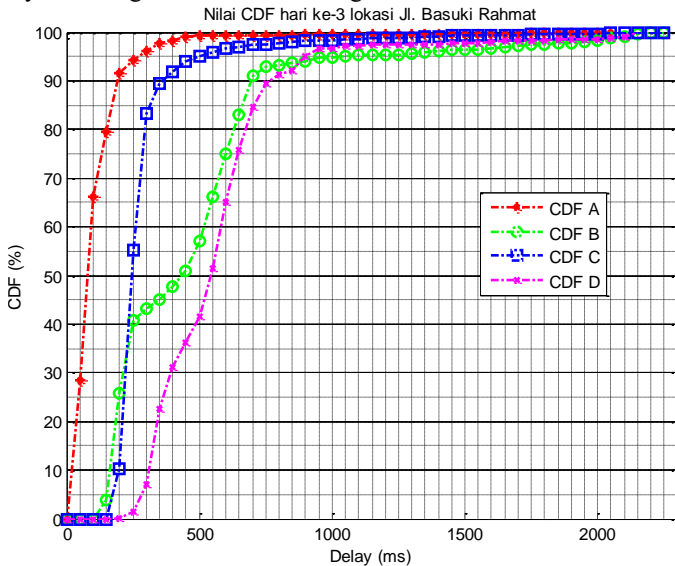


Gambar 4.11 Hasil CDF hari ke-2 lokasi Jalan Basuki Rahmat

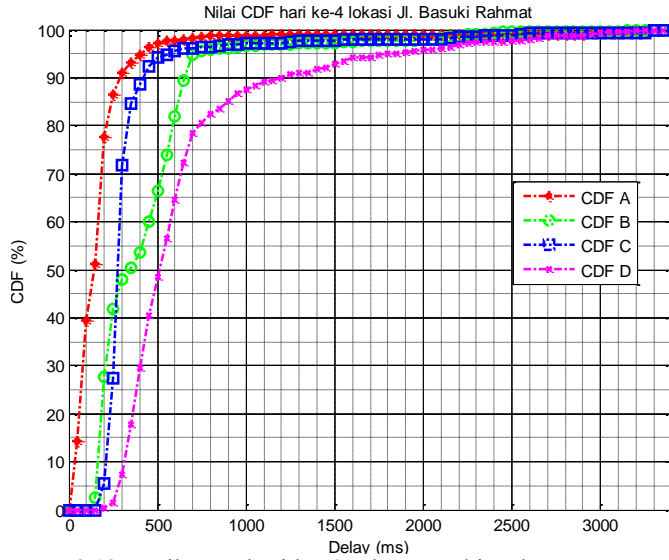
Kemudian pada saat pengukuran hari ke-4 di Jalan Basuki Rahmat didapatkan 2.646 data nilai delay. Terlihat pada Gambar 3.13 merupakan hasil dari pengolahan nilai delay dalam bentuk grafik CDF. Dari grafik tersebut bisa dilihat pada saat nilai delay 0,4s didapatkan nilai CDF untuk provider A sebesar 94%, provider B sebesar 53%, untuk

provider C mendapatkan nilai CDF sebesar 88%, dan untuk yang terakhir yaitu provider D didapatkan nilai CDF sebesar 29%. Menurut standar SLAC untuk nilai delay kurang dari 0,4s merupakan provider yang sangat baik. Untuk lokasi pengukuran pada hari ke-4 didapatkan provider A dengan nilai CDF 94%. Sehingga provider A bisa dijadikan pertimbangan untuk menjadi provider yang digunakan pada sistem e-ticketing yang akan diterapkan dalam ITS.

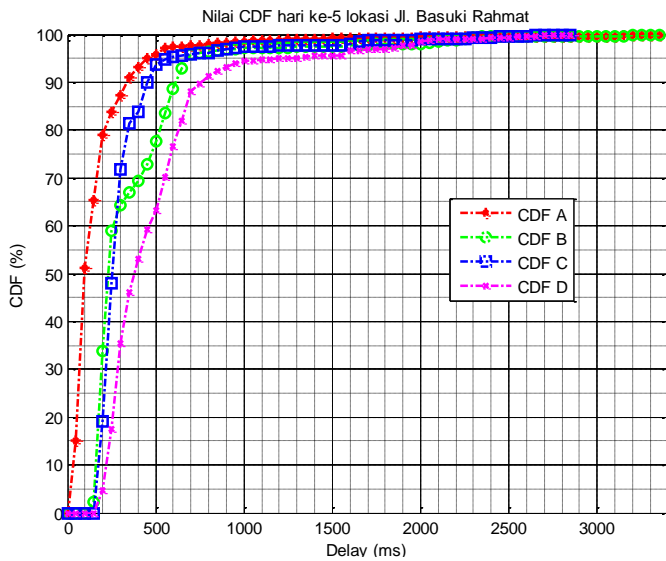
Pengukuran pada hari ke 5 pada saat pengukuran di Jalan Basuki Rahmat didapatkan 2.537 data nilai delay. Terlihat pada gambar 4.14 gambar grafik karakteristik nilai delay. Pada saat nilai delay kurang dari 0,4s bisa dilihat nilai dari CDF provider A sebesar 93%, provider B 69%, provider C 83%, dan provider D 53%. Didapatkan nilai delay kurang dari 0,4s yang mempunyai CDF paling baik adalah provider A, yaitu sebesar 93%. Nilai delay kurang dari 0,4s merupakan nilai delay menurut standar SLAC, sebagai nilai delay yang paling baik. Nilai delay kurang dari 0,4s merupakan nilai delay yang baik untuk diterapkan pada sistem aplikasi e-ticketing pada sistem ITS. Sehingga tidak akan menyebabkan antrian pada pengguna tram dan monorail pada saat pembayaran dengan sistem e-ticketing ini.



Gambar 4.12 Hasil CDF hari ke-3 lokasi Jalan Basuki Rahmat

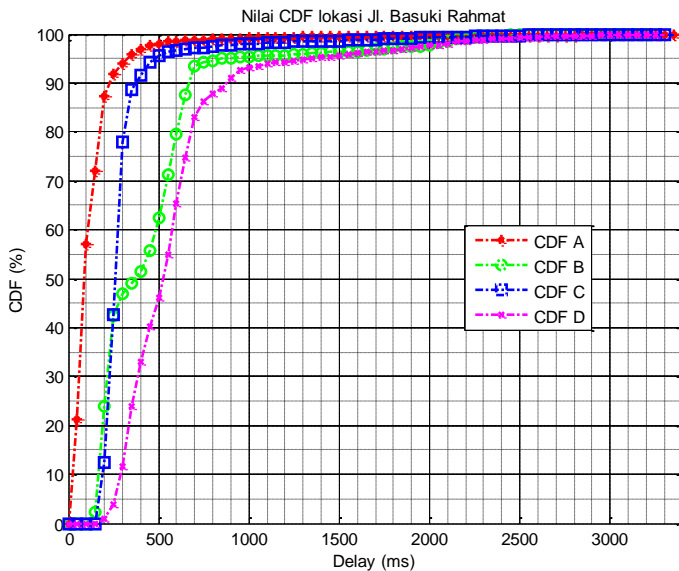


Gambar 4.13 Hasil CDF hari ke-4 Jalan Basuki Rahmat



Gambar 4.14 Hasil CDF hari ke-5 lokasi Jalan Basuki Rahmat

Kemudian semua hasil delay pada pengukuran yang dilakukan di lokasi Jalan Basuki Rahmat, dijadikan satu grafik. Kemudian diolah untuk didapatkan nilai CDFnya. Grafik yang menyajikan nilai CDF dari gabungan semua hari di Jalan Basuki Rahmat ada pada gambar Gambar 4.15. pada saat nilai delay kurang dari 0,4s, bisa dilihat provider A mempunyai CDF sebesar 96%, provider B 51%, provider C 91%, dan provider D sebesar 33%. Untuk provider yang paling baik adalah provider A, dengan CDF 96%, dengan menurut standar delay SLAC merupakan provider dengan delay paling baik, karena nilai delaynya kurang dari 0,4s. Sehingga saat diterapkan pada sistem e-ticketing untuk penerapan ITS, yaitu tram dan monorail, tidak akan menyebabkan antrian pada saat pembayaran dengan menggunakan sistem e-ticketing.



Gambar 4.15 Hasil CDF pada hari ke-1 sampai ke-5 Jl. Basuki Rahmat

4.4 Analisis Perbandingan Perhari

4.4.1 Analisis Perbandingan Perhari di Jalan Pemuda

Pengukuran yang dilakukan selama dua hari di Jalan Pemuda dari jam 12.00 hingga 20.00 hasilnya telah dianalisis dan kemudian dibandingkan setiap harinya.

Bisa dilihat dari Tabel 4.1 bisa dilihat di Jalan Pemuda saat nilai delay kurang dari 0,4s, nilai CDF rata-rata dari provider A 65%, B sebesar 43%, C sebesar 95%, dan D sebesar 65%. Provider D pada hari pertama saat delay kurang dari 0,4s mempunyai CDF sebesar 53%, tetapi pada hari kedua mengalami peningkatan menjadi 81%. Dari keempat provider yang paling baik adalah provider C yang rata-rata mempunyai 95% saat nilai delay kurang dari 0,4s. Pada standar SLAC nilai delay kurang dari 0,4s tergolong sangat baik, sehingga provider C termasuk provider yang nilai delaynya sangat baik. Tetapi bila digunakan dalam sistem *e-ticketing*, nilai delay yang diperlukan kurang dari 2s dengan menggunakan smartcard. Bisa dilihat pada saat nilai delay Tabel 4.2 saat nilai delay kurang dari 2s nilai CDF dari ke-empat provider diatas 90%. Sehingga ke-empat provider bisa dijadikan pertimbangan untuk sistem *e-ticketing* pada angkutan massal tram dan monorail untuk ITS di Surabaya.

Tabel 4.1 Perbandingan perhari di Jalan Pemuda delay < 0,4 s

	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
Hari ke-1	66%	40%	99%	53%
Hari ke-2	65%	46%	93%	81%

Tabel 4.2 Perbandingan perhari di Jalan Pemuda delay < 2 s

	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
Hari ke-1	98%	95%	99%	98%
Hari ke-2	93%	98%	99%	98%

4.4.2 Analisis Perbandingan Perhari di Terminal Purabaya

Pengukuran selama lima hari di Terminal Purabaya dari jam 5.00 hingga 21.00 hasilnya telah dianalisis dan kemudian dibandingkan setiap harinya. Langkah analisis perbandingan dilakukan dengan analisis CDF, kemudian ditabelkan untuk mempermudah proses analisis.

Bisa dilihat dari Tabel 4.3Tabel 4.3 bisa dilihat di Terminal Purabaya saat nilai delay kurang dari 0,4s, nilai CDF rata-rata dari provider A 98%, B sebesar 39%, C sebesar 83%, dan D sebesar 42%. Tetapi pada saat di hari ke-lima untuk provider C mempunyai nilai CDF yang cukup tinggi, yaitu 91%, yang sebelumnya hanya mencapai angka dari 70%, 85%, dan 88%. Dari keempat provider untuk delay kurang dari 0,4s, nilai CDF yang paling baik adalah provider A yang rata-rata mempunyai 98% saat nilai delay kurang dari 0,4s. Pada standar SLAC nilai delay kurang dari 0,4s tergolong sangat baik, sehingga provider A

termasuk provider yang nilai delaynya sangat baik, diikuti oleh provider C. Tetapi apabila digunakan dalam sistem *e-ticketing*, nilai delay maksimal adalah 2s dengan menggunakan smartcard. Bisa dilihat pada pada saat nilai delay Tabel 4.4 saat nilai delay kurang dari 2s nilai CDF dari ke-empat provider diatas 90%. Sehingga ke-empat provider bisa dijadikan pertimbangan untuk sistem *e-ticketing* pada angkutan massal tram dan monorail untuk ITS di Surabaya.

Tabel 4.3 Perbandingan perhari di Terminal Purabaya delay < 0,4 s

	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
Hari ke-1	99%	32%	70%	36%
Hari ke-2	99%	42%	85%	38%
Hari ke-3	97%	43%	85%	41%
Hari ke-4	97%	41%	88%	41%
Hari ke-5	98%	40%	91%	54%

Tabel 4.4 Perbandingan perhari di Terminal Purabaya delay < 2 s

	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
Hari ke-1	99%	89%	96%	95%
Hari ke-2	99%	94%	98%	97%
Hari ke-3	99%	92%	96%	96%
Hari ke-4	99%	92%	96%	96%
Hari ke-5	99%	89%	98%	97%

4.4.3 Analisis Perbandingan Perhari di Jalan Basuki Rahmat

Pengukuran selama lima hari di Jalan Basuki Rahmat dari jam 11.00 hingga 18.00 hasilnya telah dianalisis dan kemudian dibandingkan setiap harinya. Langkah perbandingan dilakukan dengan analisis CDF, kemudian ditabelkan untuk mempermudah proses analisis.

Bisa dilihat dari Tabel 4.5 bisa dilihat di Jalan Basuki Rahmat saat nilai delay kurang dari 0,4s, nilai CDF rata-rata dari provider A 96%, B sebesar 50%, C sebesar 90%, dan D sebesar 33%. Provider A dan C merupakan provider dengan nilai CDF diatas 90%. Sedangkan provider yang mempunyai nilai CDF yang rendah adalah operator D sebesar 33%. Pada standar SLAC nilai delay kurang dari 0,4s tergolong sangat baik, sehingga provider A termasuk provider yang nilai delay sangat baik, diikuti oleh provider C.

Untuk penggunaan sistem *e-ticketing*, nilai delay maksimal adalah 2s dengan menggunakan *smartcard*. Bisa dilihat pada pada saat

nilai delay Tabel 4.6 saat nilai delay kurang dari 2s, untuk provider A dan C pada hari pertama mempunyai nilai CDF 100%, yang artinya semua data dapat dikirim dengan delay kurang dari 2s. Tetapi dilihat lagi saat nilai kurang dari 2s, nilai CDF dari ke-empat provider diatas 90%. Sehingga ke-empat provider bisa dijadikan pertimbangan untuk sistem *e-ticketing* pada angkutan massal tram dan monorail untuk ITS di Surabaya.

Tabel 4.5 Perbandingan perhari di Jalan Basuki Rahmat delay < 0,4 s

	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
Hari ke-1	99%	43%	96%	29%
Hari ke-2	98%	41%	95%	25%
Hari ke-3	98%	47%	91%	31%
Hari ke-4	94%	53%	88%	29%
Hari ke-5	93%	69%	83%	53%

Tabel 4.6 Perbandingan perhari di Jalan Basuki Rahmat delay < 2 s

	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
Hari ke-1	100%	97%	100%	98%
Hari ke-2	99%	96%	99%	97%
Hari ke-3	99%	98%	99%	98%
Hari ke-4	98%	97%	98%	95%
Hari ke-5	99%	98%	99%	98%

4.5 Analisis Perbandingan Perlokasi

Kemudian setelah dilakukan perbandingan harian, langkah selanjutnya adalah analisis perbandingan berdasarkan lokasi yang berbeda. Kemudian untuk mempermudah proses perbandingan nilai CDF akan disajikan dalam bentuk tabel, tabel dengan delay kurang dari 0,4s dan delay kurang dari 2s.

Bisa dilihat pada Tabel 4.7 secara keseluruhan provider yang mempunyai nilai delay paling baik adalah provider C. Saat nilai delay kurang dari 0,4s di Jalan Pemuda provider A mempunyai nilai CDF yang rendah yaitu sebesar 65% tetapi pada saat di Terminal Purabaya nilai CDFnya sebesar 98% dan saat di Jalan Basuki Rahmat sebesar 96%. Untuk provider B dan D mempunyai nilai yang stabil disetiap lokasinya, yaitu mempunyai rata-rata sebesar 44%. Tetapi saat di Jalan Basuki Rahmat provider D mempunyai nilai CDF sebesar 33%. Tetapi untuk provider C nilai CDF saat kurang dari 0,4s sebesar 90%, tetapi saat di

Terminal Purabaya nilai CDF dari provider C turun menjadi 84%. Menurut standar SLAC nilai delay kurang dari 0,4s termasuk dalam kategori sangat baik.

Untuk sistem *e-ticketing*, nilai delay maksimal adalah 2s dengan menggunakan smartcard. Bisa dilihat pada pada saat nilai delay Tabel 4.8 saat nilai delay kurang dari 2s. Tetapi dilihat lagi saat nilai kurang dari 2s, nilai CDF dari ke-empat provider diatas 90%. Sehingga ke-empat provider bisa dijadikan pertimbangan untuk sistem *e-ticketing* pada angkutan massal tram dan monorail untuk ITS di Surabaya.

Tabel 4.7 Perbandingan perlokasi dengan delay < 0,4 s

	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
Jalan Pemuda	65%	43%	92%	58%
Terminal Purabaya	98%	40%	84%	41%
Jalan Basuki Rahmat	96%	51%	91%	33%

Tabel 4.8 Perbandingan perlokasi dengan delay < 2 s

	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
Jalan Pemuda	95%	96%	99%	98%
Terminal Purabaya	99%	91%	97%	96%
Jalan Basuki Rahmat	99%	97%	99%	97%

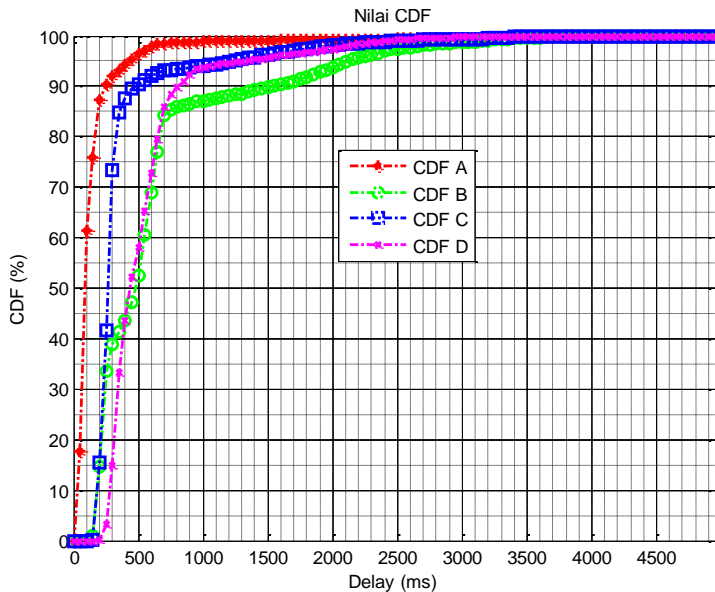
4.6 Analisis Perbandingan Perprovider

Pada Gambar 4.16 bisa dilihat grafik hasil pengukuran yang telah digabungkan dari semua pengukuran menjadi satu. Bisa dilihat CDF provider yang mempunyai nilai delay kurang dari 0,4s untuk provider A sebesar 95%, untuk provider B sebesar 47%, untuk provider C sebesar 89%, kemudian untuk yang terakhir yaitu provider D mempunyai nilai CDF sebesar 52%.

Untuk sistem *e-ticketing*, nilai delay maksimal adalah 2s dengan menggunakan smartcard. Bisa dilihat pada pada saat nilai delay Tabel 4.9 saat nilai delay kurang dari 2s. Tetapi dilihat lagi saat nilai kurang dari 2s, nilai CDF dari ke-empat provider diatas 90%. Sehingga ke-empat provider bisa dijadikan pertimbangan untuk sistem *e-ticketing* pada angkutan massal tram dan monorail untuk ITS di Surabaya.

Tabel 4.9 Perbandingan Per Provider

	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
Delay < 0,4s	95%	47%	89%	52%
Delay < 2s	99%	94%	98%	97%



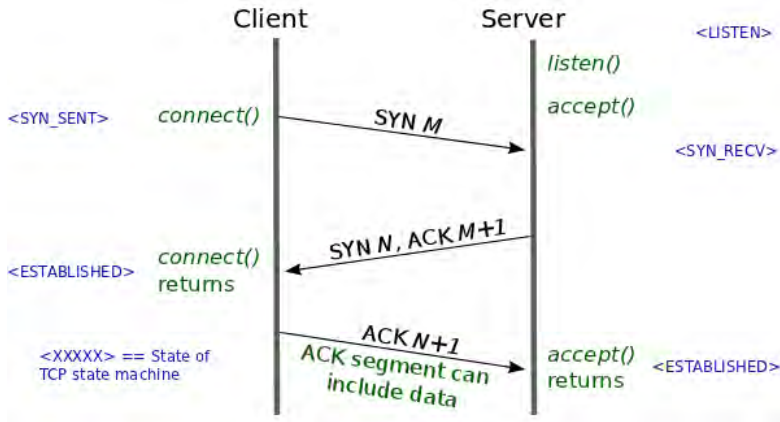
Gambar 4.16 Grafik CDF per Provider

4.7 Analisis Wireshark

Selain melakukan pengukuran pada salah nilai delay di jaringan 4G, saat melakukan pengukuran juga dilakukan analisis dengan menggunakan wireshark. Untuk menganalisa kinerja jaringan menggunakan wireshark, dapat melingkupi berbagai hal, mulai dari proses penangkapan paket-paket data, atau informasi yang berlalu lalang dalam jaringan, sampai memperoleh informasi penting. Tetapi pada saat pengukuran kali ini wireshark digunakan untuk menganalisa kegiatan yang ada pada lalu lintas.

Pada Gambar 4.17 merupakan skenario *three-way handshake* sesuai dengan teori, yang mempunyai tiga tahap. Langkah pertama proses *three-way handshake, initiating host (client)* mengirim sebuah paket sinkronisasi (SYN flag set) untuk melakukan inisialisasi koneksi. Ini menandakan bahwa sebuah paket memiliki nilai awal *Sequence Number* yang valid dalam segmen ini untuk sesi M. Bit SYN pada bagian header menandakan sebuah permintaan koneksi. Bit SYN merupakan bit tunggal

pada *field code* dari header TCP *segment*. *Sequence Number* sendiri merupakan 32bit *field header* TCP *segment*.



Gambar 4.17 skenario *three way handshake*

Lalu langkah kedua, host lain (*server*) menerima paket, mencatat *Sequence Number* M dari client, dan membalas dengan sebuah *acknowledgment* (flag ACK set). Kumpulan bit control ACK menandakan *field Acknowledgment Number* berisi sebuah nilai *acknowledgment* yang valid. ACK flag merupakan bit tunggal pada kode field dari header TCP *segment* dan *Acknowledgment Number* berisi 32bit *field header* TCP *segment*. Saat koneksi terbentuk, flag ACK di set untuk semua segment selama sesi. *Field acknowledgment number* berisi *sequence number* berikutnya yang diharapkan diterima host ini (M+1). *Acknowledgment number* M+1 berarti host telah menerima semua byte termasuk M, dan mengharapkan menerima byte M+1 berikutnya. Host juga mengajukan sebuah *return session*. Ini termasuk sebuah segment TCP dengan nilai awal *sequence number*nya sendiri dari N dan dengan sekumpulan flag SYN. Pada langkah ketiga, *initiating* host merespon dengan sebuah nilai *Acknowledgment number* dari M+1, yang mana nilai dari *sequence number* host *server*+1. Ini menandakan bahwa telah diterima *acknowledgment* sebelumnya dan mengakhiri proses koneksi untuk sesi ini.

Lalu kondisi pada lapangan saat pengukuran nilai delay di Jalan Basuki Rahmat telah di *capture* nilai delay untuk provider B. Pada

Gambar 4.18, bisa terlihat hasil dari pengukuran menggunakan wireshark. Terdapat kolom nomor, waktu, source, destinasi, length, info, dan protocol. Pada kolom time, terdapat waktu saat pengukuran nilai delay dilakukan. Untuk kolom source merupakan alamat IP dari sumber. Destination, merupakan alamat IP dari tujuan. Lalu protocol berisi aturan komunikasi antara satu computer ke computer lain dalam suatu jaringan.

No.	Time	Source	Destination	Length	Info	Protocol
1	2016-02-07 15:30:34.84	192.168.43.203	239.255.255.258	139	N-SSAPCH * HTTP/1.1	SSDP
2	2016-02-07 15:30:37.84	192.168.43.203	239.255.255.258	139	N-SSAPCH * HTTP/1.1	SSDP
3	2016-02-07 15:30:41.26	192.168.43.203	192.168.43.203	54	50152 > 80 [FIN, ACK] Seq=1 win=4126 Len=0	TCP
4	2016-02-07 15:30:41.26	192.168.43.203	192.168.43.203	66	50153 > 80 [SYN] Seq=0 win=0 Len=0 MSS=1460 win=0 SACK_PERM=1	TCP
5	2016-02-07 15:30:41.52	192.168.43.203	192.168.43.203	54	80 > 50152 [ACK] Seq=1 win=12 Len=0	TCP
6	2016-02-07 15:30:41.52	192.168.43.203	192.168.43.203	66	80 > 50153 [SYN, ACK] Seq=0 win=1460 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1	TCP
7	2016-02-07 15:30:41.52	192.168.43.203	192.168.43.203	54	50153 > 80 [ACK] Seq=1 win=1080 Len=0	TCP
8	2016-02-07 15:30:41.52	192.168.43.203	192.168.43.203	80	[TCP segment of a reset/retransmission]	TCP
9	2016-02-07 15:30:41.73	192.168.43.203	192.168.43.255	82	52285 > 1947 Len=0	UDP
10	2016-02-07 15:30:41.73	192.168.43.203	192.168.43.203	54	80 > 50153 [ACK] Seq=1 win=14720 Len=0	TCP
11	2016-02-07 15:30:41.73	192.168.43.203	192.168.43.203	180	GET /test_traffic.php HTTP/1.1	HTTP
12	2016-02-07 15:30:41.85	192.168.43.203	239.255.255.258	139	N-SSAPCH * HTTP/1.1	SSDP
13	2016-02-07 15:30:41.86	192.168.43.203	192.168.43.203	54	80 > 50153 [ACK] Seq=1 win=14720 Len=0	TCP
14	2016-02-07 15:30:41.87	192.168.43.203	192.168.43.203	340	[TCP segment of a reset/retransmission]	TCP
15	2016-02-07 15:30:41.87	192.168.43.203	192.168.43.203	59	HTTP/1.1 200 OK (text/html)	TCP
16	2016-02-07 15:30:41.87	192.168.43.203	192.168.43.203	54	50153 > 80 [ACK] Seq=1 win=14720 Len=0	TCP
17	2016-02-07 15:30:44.87	192.168.43.203	239.255.255.258	139	N-SSAPCH * HTTP/1.1	SSDP
18	2016-02-07 15:30:47.26	192.168.43.203	192.168.43.203	54	80 > 50153 [FIN, ACK] Seq=297 win=0 Len=0	TCP
19	2016-02-07 15:30:47.26	192.168.43.203	192.168.43.203	54	50153 > 80 [ACK] Seq=107 win=14720 Len=0	TCP

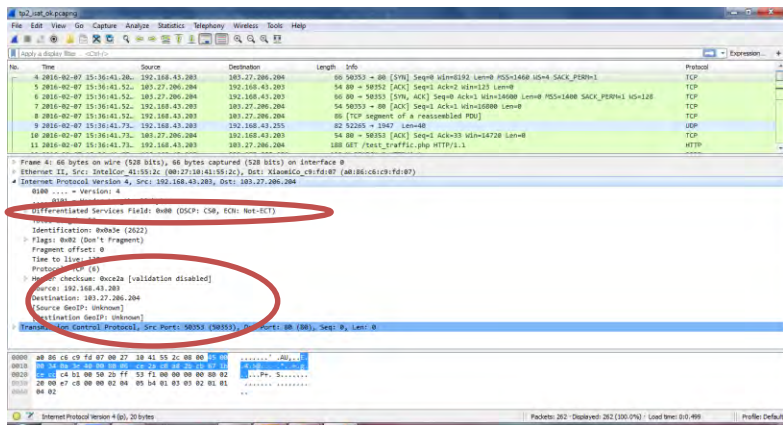
Gambar 4.18 Hasil Pengukuran Wireshark

No.	Time	Source	Destination	Length	Info	Protocol
4	2016-02-07 15:30:41.26	192.168.43.203	192.168.43.203	66	50153 > 80 [SYN] Seq=0 win=0 Len=0 MSS=1460 win=0 SACK_PERM=1	TCP
5	2016-02-07 15:30:41.52	192.168.43.203	192.168.43.203	54	80 > 50153 [ACK] Seq=1 win=12 Len=0	TCP
6	2016-02-07 15:30:41.52	192.168.43.203	192.168.43.203	66	80 > 50153 [SYN, ACK] Seq=0 win=1460 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1	TCP
7	2016-02-07 15:30:41.52	192.168.43.203	192.168.43.203	54	50153 > 80 [ACK] Seq=1 win=1080 Len=0	TCP
8	2016-02-07 15:30:41.52	192.168.43.203	192.168.43.203	80	[TCP segment of a reset/retransmission]	TCP
9	2016-02-07 15:30:41.73	192.168.43.203	192.168.43.255	82	52285 > 1947 Len=0	UDP
10	2016-02-07 15:30:41.73	192.168.43.203	192.168.43.203	54	80 > 50153 [ACK] Seq=1 win=14720 Len=0	TCP
11	2016-02-07 15:30:41.73	192.168.43.203	192.168.43.203	180	GET /test_traffic.php HTTP/1.1	HTTP

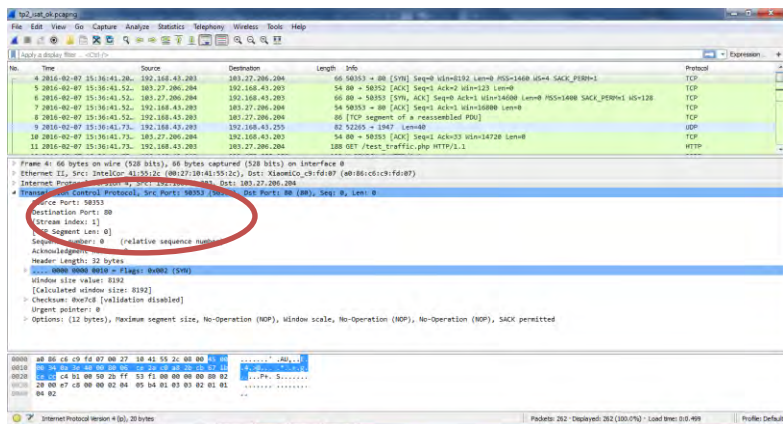
Gambar 4.19 datalink layer

Dari Gambar 4.20, terlihat menunjukkan alamat tujuan dan alamat asal dalam bentuk IP. Dari gambar juga terlihat bahwa bytes *header* 20 bytes.

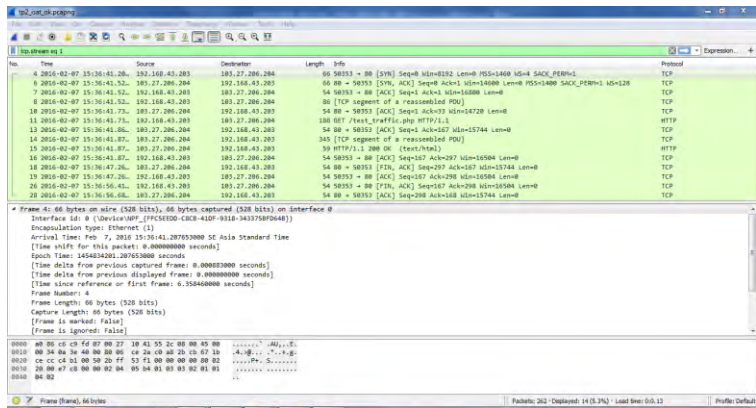
Dari Gambar 4.21, merupakan proses komunikasi yang dilakukan melalui port. Dapat dilihat pada port Pada gambar diatas merupakan proses komunikasi yang dilakukan melalui port. Dapat dilihat dari gambar diatas bahwa port asalnya (50353) dan port tujuannya (80). Port 80 merupakan port untuk TCP.



Gambar 4.20 Network Layer



Gambar 4.21 Transport layer



Gambar 4.22 Proses Koneksi TCP

Dari Gambar 4.22 terlihat proses koneksi TCP, hal pertama yang dilakukan yaitu *client* mengirimkan control TCP SYN ke server dengan memberikan inisial *sequence number* sebesar 0. SYN merupakan tanda bahwa segmen yang bersangkutan mengandung *Initial Sequence Number* (ISN). Kemudian server akan menerima TCP SYN, dan membalasnya dengan control SYNACK. ACK tersebut menyatakan telah menerima SYN awal, kemudian mengalokasikan buffer, dan juga menghasilkan *sequence number* untuk ke *client* sebesar 1, SYN yang dikirim mempunyai *sequence number* sebesar 0. ACK, sendiri merupakan tanda bahwa *field acknowledgment* mengandung octet selanjutnya yang diharapkan ada dalam koneksi, flag ini selalu diset, kecuali pada segmen pertama pada koneksi TCP. Kemudian *client* mengirim ACK lagi ke *server*, kemudian proses tukar-menukar data berlangsung.

Pada nomor 11 terlihat *client* sudah mengirim informasi GET HTTP, kemudian pada nomor 15 ada perintah OK dari *server*, hal ini menandakan bahwa file telah diterima oleh server. Lalu dari *client* mengirimkan ACK. Kemudian oleh *server* dibalas dengan TCP FIN, yaitu proses menutup koneksi. FIN merupakan pertanda bahwa pengiriman segmen TCP telah selesai dalam proses mengirimkan data dalam sebuah koneksi. Kemudian sebuah koneksi TCP dihentikan, karena sudah tidak ada lagi data yang dikirim, lalu setiap host TCP akan mengirimkan segmen TCP dengan flag FIN diset ke nilai 1. Sebuah host tidak akan mengirimkan segmen dengan flag FIN hingga semua data yang

dikirimkan telah diterima oleh penerima. Host akan menganggap segmen TCP dengan flag FIN sebagai sekumpulan byte dari data. Saat dua host TCP telah mengirimkan segmen TCP dengan flag FIN dan menerima *acknowledgment* dari segmen tersebut, maka koneksi TCP akan dihentikan.

Setelah server menerima FIN maka akan membalas dengan ACK. Menutup koneksi dan mengirimkan FIN ke *client*. *Client* menerima FIN dan membalas dengan ACK. Lalu saat server menerima ACK, maka koneksi akan tertutup.

Proses *three-way handshake* yang ada di wireshark sama dengan yang ada di teorinya. Selanjutnya untuk nilai delay, penulis mengambil contoh perhitungan delay untuk lokasi Jalan Basuki Rahmat dengan provider B.

LAMPIRAN

A. Lembar Pengesahan Proposal

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri – ITS

TE 141599TUGAS AKHIR – 4 SKS

Nama Mahasiswa : Sheilia Susi Susidha Sari
Nomor Pokok : 2214 105 092
Bidang Studi : Telekomunikasi Multimedia
Tugas Diberikan : Semester Genap Th. 2015/2016
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Suwadi, M.T

09 FEB 2016

Judul Tugas Akhir : **Analisis Kinerja TCP/IP untuk Jaringan Nirkabel 4G di Surabaya**
(*TCP/IP Performance Analysis over 4G Wireless Network in Surabaya*)

Uraian Tugas Akhir :

Teknologi 4G merupakan suatu teknologi peningkatan dari teknologi generasi dua dan generasi tiga. Teknologi 4G seringkali disebut LTE (*Long Term Evolution*) mempunyai tujuan awal untuk mengimplementasikan teknik-teknik pengolahan sinyal mutakhir sehingga kapasitas dan kecepatan jaringan nirkabel dapat ditingkatkan lebih jauh lagi, selain untuk menyederhanakan arsitektur jaringan sepenuhnya menjadi berbasis IP.

Tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis performansi dari jaringan nirkabel LTE di daerah Surabaya, agar didapatkan hasil kinerja TCP/IP sehingga dapat menjadi pertimbangan untuk proyek pembuatan *smart city* dengan menggunakan *Intelligent Transportation System*. Dalam tugas akhir ini akan dilakukan pengukuran mengenai besarnya delay di tempat-tempat yang memiliki trafik yang tinggi. Setelah itu akan dilakukan analisa karakteristik delay yang didapatkan dari pengukuran.

Kata kunci: LTE, TCP/IP, jaringan, kinerja

Dosen Pembimbing,

 9/2016

Dr. Ir. Suwadi, M.T

NIP. 196808181993031002



Dr. Endrovo Privadi, ST., M.Eng.
NIP. 197309271998031004

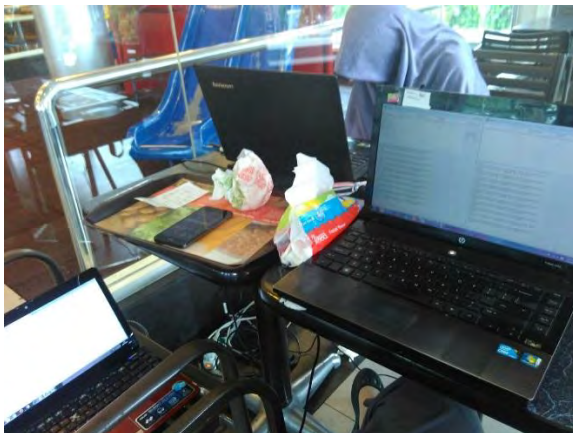
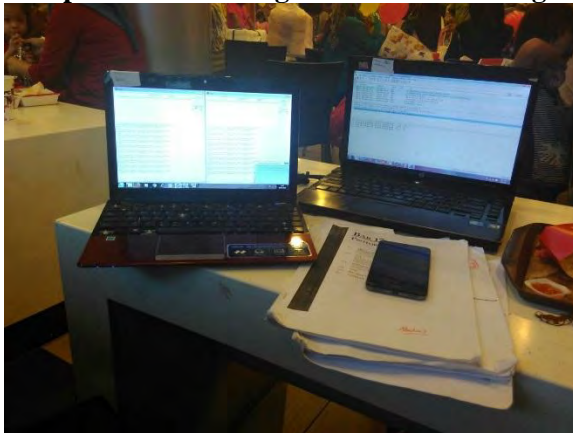
Menyetujui,
Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia
Koordinator,



Dr. Ir. Endrovo, DEA
NIP. 196504041991021001

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

B. Lampiran Foto Konfigurasi di Lokasi Pengukuran



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

B. Lampiran nilai CDF hasil pengukuran**1. CDF lokasi jalan Pemuda hari ke-1**

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	8.754209	0	0	0
101	31.98653	0	0	0
151	41.41414	0	0	0
201	49.83165	4.004329	0	0
251	54.43322	30.95238	7.635207	0.662983
301	58.81033	36.03896	53.87063	9.558011
351	62.7385	38.85281	84.94168	35.46961
401	66.4422	40.90909	90.98621	53.64641
451	74.07407	43.50649	92.57688	72.0442
501	81.59371	47.4026	93.00106	81.04972
551	87.20539	57.35931	93.53128	86.79558
601	92.03143	67.31602	94.48568	90.22099
651	95.51066	77.81385	95.12195	92.1547
701	96.07183	89.06926	95.65217	94.1989
751	96.85746	90.36797	95.75822	94.91713
801	97.19416	91.66667	95.75822	95.58011
851	97.53086	91.99134	95.86426	96.18785
901	97.75533	92.09957	96.07635	96.46409
951	97.75533	92.20779	96.28844	96.79558
1001	97.86756	92.31602	96.50053	96.85083
1051	97.9798	92.74892	96.60657	97.07182
1101	97.9798	92.85714	96.81866	97.12707
1151	97.9798	93.07359	96.81866	97.12707
1201	97.9798	93.18182	97.03075	97.29282
1251	98.09203	93.29004	97.24284	97.45856
1301	98.09203	93.39827	97.56098	97.62431
1351	98.20426	93.50649	97.77306	97.67956
1401	98.20426	93.61472	98.19724	97.67956
1451	98.3165	93.72294	98.30329	97.8453
1501	98.3165	93.83117	98.40933	98.01105
1551	98.3165	94.04762	98.51538	98.01105
1601	98.3165	94.04762	98.62142	98.23204
1651	98.42873	94.26407	98.62142	98.39779

1701	98.42873	94.37229	98.62142	98.45304
1751	98.42873	94.37229	98.83351	98.50829
1801	98.42873	94.48052	98.93955	98.56354
1851	98.42873	94.69697	99.15164	98.67403
1901	98.42873	95.12987	99.15164	98.83978
1951	98.42873	95.34632	99.25769	98.95028
2001	98.42873	95.88745	99.36373	98.95028
2051	98.42873	96.75325	99.36373	98.95028
2101	98.42873	97.18615	99.36373	99.11602
2151	98.42873	98.05195	99.36373	99.33702
2201	98.42873	98.37662	99.36373	99.39227
2251	98.6532	98.37662	99.46978	99.55801
2301	98.76543	98.59307	99.46978	99.61326
2351	98.87767	99.02597	99.46978	99.77901
2401	99.21437	99.1342	99.78791	99.83425
2451	99.6633	99.24242	99.89396	99.8895
2501	99.88777	99.45887	99.89396	99.94475
2551	99.88777	99.5671	99.89396	99.94475
2601	99.88777	99.5671	99.89396	99.94475
2651	99.88777	99.67532	100	100
2701	100	99.89177	100	100
2751	100	99.89177	100	100
2801	100	100	100	100

2. CDF lokasi jalan Pemuda hari ke-2

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	10.12236	0	0	0
101	32.14683	0	0	0
151	42.49166	0	0	0
201	49.72191	11.39535	13.90658	0.3003
251	53.61513	36.74419	52.07006	9.009009
301	57.61958	41.62791	84.34183	39.93994
351	61.73526	44.18605	91.50743	74.17417
401	65.51724	46.16279	93.47134	81.98198
451	70.41157	49.30233	95.01062	87.08709
501	77.19689	53.60465	95.85987	88.88889
551	81.64627	64.30233	96.39066	91.29129

601	86.76307	72.7907	97.13376	93.39339
651	91.6574	82.90698	97.23992	94.29429
701	92.32481	92.90698	97.55839	94.59459
751	92.54727	94.06977	97.66454	95.4955
801	92.54727	94.4186	97.82378	95.4955
851	92.65851	94.65116	97.92994	96.0961
901	92.65851	94.88372	97.98301	96.0961
951	92.65851	95.11628	98.14225	96.0961
1001	92.76974	95.23256	98.24841	96.0961
1051	92.76974	95.23256	98.24841	96.0961
1101	92.76974	95.34884	98.24841	96.0961
1151	92.88098	95.5814	98.30149	96.3964
1201	92.88098	95.69767	98.30149	96.3964
1251	92.88098	95.81395	98.46072	96.6967
1301	92.88098	95.93023	98.5138	96.6967
1351	92.88098	95.93023	98.61996	97.2973
1401	92.88098	96.04651	98.72611	97.2973
1451	92.99221	96.04651	98.77919	97.5976
1501	92.99221	96.16279	98.77919	97.8979
1551	92.99221	96.16279	98.77919	98.1982
1601	92.99221	96.27907	98.83227	98.1982
1651	93.10345	96.27907	98.83227	98.4985
1701	93.10345	96.39535	98.88535	98.4985
1751	93.10345	96.39535	98.88535	98.4985
1801	93.10345	96.86047	98.88535	98.4985
1851	93.10345	97.32558	98.93843	98.4985
1901	93.10345	97.7907	98.93843	98.7988
1951	93.10345	98.02326	99.04459	98.7988
2001	93.10345	98.13953	99.20382	98.7988
2051	93.10345	98.48837	99.2569	98.7988
2101	93.10345	98.72093	99.2569	98.7988
2151	93.10345	98.95349	99.2569	98.7988
2201	93.10345	99.06977	99.2569	98.7988
2251	93.32592	99.30233	99.2569	98.7988
2301	93.32592	99.4186	99.2569	98.7988
2351	93.65962	99.53488	99.2569	99.0991
2401	94.32703	99.53488	99.2569	99.3994

2451	94.32703	99.53488	99.2569	99.3994
2501	94.66073	99.65116	99.30998	99.3994
2551	94.66073	99.65116	99.30998	99.3994
2601	94.66073	99.65116	99.30998	99.3994
2651	94.66073	99.65116	99.30998	99.3994
2701	94.8832	99.65116	99.36306	99.3994
2751	95.21691	99.76744	99.41614	99.3994
2801	95.21691	99.88372	99.41614	99.3994
2851	95.21691	99.88372	99.41614	99.3994
2901	95.32814	99.88372	99.41614	99.3994
2951	95.66185	99.88372	99.46921	99.3994
3001	95.66185	99.88372	99.46921	99.3994
3051	95.77308	100	99.46921	99.3994
3101	95.99555	100	99.52229	99.3994
3151	96.21802	100	99.52229	99.3994
3201	96.55172	100	99.52229	99.3994
3251	96.55172	100	99.62845	99.6997
3301	96.88543	100	99.84076	99.6997
3351	96.99666	100	99.89384	99.6997
3401	97.99778	100	99.94692	99.6997
3451	98.44271	100	100	99.6997
3501	99.11012	100	100	100
3551	99.33259	100	100	100
3601	99.55506	100	100	100
3651	99.77753	100	100	100
3701	100	100	100	100

3. CDF lokasi jalan Pemuda

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	9.441341	0	0	0
101	32.06704	0	0	0
151	41.95531	0	0	0
201	49.77654	7.567265	9.267775	0.046664
251	54.02235	33.74439	37.24797	1.959869
301	58.21229	38.73318	74.17757	14.27905
351	62.23464	41.42377	89.3173	41.4839
401	65.97765	43.4417	92.64238	58.04946

451	72.23464	46.30045	94.1988	74.38171
501	79.38547	50.39238	94.90626	82.26785
551	84.41341	60.70628	95.43686	87.49417
601	89.38547	69.95516	96.25044	90.71395
651	93.57542	80.26906	96.53343	92.48717
701	94.18994	90.91928	96.92253	94.26038
751	94.69274	92.15247	97.02865	95.007
801	94.86034	92.99327	97.13477	95.56696
851	95.0838	93.27354	97.24089	96.17359
901	95.19553	93.4417	97.34701	96.40691
951	95.19553	93.60987	97.52388	96.68689
1001	95.30726	93.72197	97.66537	96.73355
1051	95.36313	93.94619	97.70074	96.92021
1101	95.36313	94.0583	97.77149	96.96687
1151	95.41899	94.28251	97.80686	97.01353
1201	95.41899	94.39462	97.87761	97.15352
1251	95.47486	94.50673	98.05447	97.34018
1301	95.47486	94.61883	98.19597	97.48017
1351	95.53073	94.67489	98.33746	97.62016
1401	95.53073	94.787	98.5497	97.62016
1451	95.64246	94.84305	98.62045	97.80681
1501	95.64246	94.95516	98.65582	97.99347
1551	95.64246	95.06726	98.69119	98.04013
1601	95.64246	95.12332	98.76194	98.22678
1651	95.75419	95.23543	98.76194	98.41344
1701	95.75419	95.34753	98.79731	98.4601
1751	95.75419	95.34753	98.86806	98.50677
1801	95.75419	95.6278	98.90343	98.55343
1851	95.75419	95.96413	99.00955	98.64676
1901	95.75419	96.41256	99.00955	98.83341
1951	95.75419	96.63677	99.11567	98.92674
2001	95.75419	96.97309	99.25716	98.92674
2051	95.75419	97.58969	99.29254	98.92674
2101	95.75419	97.92601	99.29254	99.06673
2151	95.75419	98.48655	99.29254	99.25338
2201	95.75419	98.71076	99.29254	99.30005
2251	95.97765	98.82287	99.32791	99.44004

2301	96.03352	98.99103	99.32791	99.4867
2351	96.25698	99.2713	99.32791	99.67336
2401	96.75978	99.32735	99.43403	99.76668
2451	96.98324	99.38341	99.4694	99.81335
2501	97.26257	99.55157	99.50478	99.86001
2551	97.26257	99.60762	99.50478	99.86001
2601	97.26257	99.60762	99.50478	99.86001
2651	97.26257	99.66368	99.54015	99.90667
2701	97.43017	99.77578	99.57552	99.90667
2751	97.59777	99.83184	99.61089	99.90667
2801	97.59777	99.94395	99.61089	99.90667
2851	97.59777	99.94395	99.61089	99.90667
2901	97.65363	99.94395	99.61089	99.90667
2951	97.82123	99.94395	99.64627	99.90667
3001	97.82123	99.94395	99.64627	99.90667
3051	97.87709	100	99.64627	99.90667
3101	97.98883	100	99.68164	99.90667
3151	98.10056	100	99.68164	99.90667
3201	98.26816	100	99.68164	99.90667
3251	98.26816	100	99.75239	99.95334
3301	98.43575	100	99.89388	99.95334
3351	98.49162	100	99.92925	99.95334
3401	98.99441	100	99.96463	99.95334
3451	99.21788	100	100	99.95334
3501	99.55307	100	100	100
3551	99.6648	100	100	100
3601	99.77654	100	100	100
3651	99.88827	100	100	100
3701	100	100	100	100

4. CDF lokasi Terminal Purabaya hari ke-1

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	39.18367	0	0	0
101	79.18367	0	0	0
151	91.10204	0.764656	0	0
201	97.02041	11.21495	14.10905	0.127226
251	98.20408	23.53441	31.98426	3.180662

301	98.77551	27.7825	54.30017	15.13995
351	98.97959	30.6712	66.27319	27.8626
401	99.10204	32.8802	70.48904	36.13232
451	99.18367	36.10875	72.2878	43.38422
501	99.22449	41.46134	74.36762	48.72774
551	99.26531	50.29737	77.29061	57.50636
601	99.34694	59.89805	80.26981	65.13995
651	99.34694	69.07392	83.24902	73.15522
701	99.34694	78.24979	86.17201	81.93384
751	99.34694	79.69414	86.84654	84.73282
801	99.34694	80.45879	87.01518	86.25954
851	99.34694	81.30841	87.29623	87.40458
901	99.38776	81.81818	87.52108	89.05852
951	99.38776	82.24299	88.30804	90.20356
1001	99.42857	82.41291	88.87015	90.45802
1051	99.46939	82.75276	89.26363	91.09415
1101	99.46939	83.09261	89.54469	91.22137
1151	99.46939	83.34749	90.16301	91.22137
1201	99.46939	83.51742	90.78134	91.3486
1251	99.55102	83.7723	91.06239	91.73028
1301	99.55102	83.85726	91.34345	91.73028
1351	99.59184	84.19711	91.5683	91.85751
1401	99.59184	84.62192	92.13041	92.11196
1451	99.63265	84.79184	92.74874	92.74809
1501	99.67347	85.13169	93.14221	92.74809
1551	99.67347	85.38658	93.42327	92.87532
1601	99.67347	85.64146	93.92917	93.00254
1651	99.67347	85.98131	94.32265	93.38422
1701	99.67347	86.23619	94.71613	93.63868
1751	99.67347	86.91589	94.99719	94.14758
1801	99.67347	87.3407	95.39067	94.52926
1851	99.67347	87.76551	95.67173	94.65649
1901	99.67347	88.36024	95.95278	95.54707
1951	99.67347	88.61512	96.29005	95.6743
2001	99.67347	89.20986	96.5149	95.92875
2051	99.67347	89.5497	96.57111	96.18321
2101	99.67347	89.88955	96.62732	96.69211

2151	99.67347	90.39932	96.96459	97.07379
2201	99.71429	91.24894	97.13322	97.32824
2251	99.71429	91.50382	97.41428	97.45547
2301	99.71429	91.75871	97.41428	97.5827
2351	99.71429	92.18352	97.47049	97.70992
2401	99.71429	92.69329	97.69533	97.96438
2451	99.71429	93.54291	97.69533	98.21883
2501	99.71429	93.71283	97.75155	98.47328
2551	99.71429	93.79779	97.86397	98.72774
2601	99.71429	94.2226	97.86397	98.85496
2651	99.71429	94.73237	98.08881	98.98219
2701	99.71429	94.81733	98.14503	98.98219
2751	99.71429	94.98726	98.20124	98.98219
2801	99.71429	95.15718	98.20124	99.10941
2851	99.71429	95.41206	98.25745	99.10941
2901	99.7551	95.58199	98.25745	99.23664
2951	99.7551	95.66695	98.31366	99.23664
3001	99.7551	95.83687	98.31366	99.23664
3051	99.83673	95.83687	98.42608	99.23664
3101	99.87755	96.09176	98.48229	99.23664
3151	99.91837	96.43161	98.5385	99.23664
3201	99.91837	96.68649	98.65093	99.23664
3251	99.91837	96.85641	98.70714	99.36387
3301	99.95918	97.02634	98.81956	99.36387
3351	99.95918	97.1113	98.93198	99.36387
3401	99.95918	97.1113	98.93198	99.36387
3451	99.95918	97.28122	98.93198	99.36387
3501	99.95918	97.45115	98.93198	99.49109
3551	99.95918	97.45115	99.04441	99.49109
3601	99.95918	97.79099	99.04441	99.61832
3651	99.95918	97.87596	99.10062	99.61832
3701	99.95918	98.04588	99.15683	99.74555
3751	99.95918	98.04588	99.15683	99.74555
3801	99.95918	98.2158	99.15683	99.74555
3851	99.95918	98.30076	99.21304	99.74555
3901	99.95918	98.30076	99.21304	99.74555
3951	99.95918	98.30076	99.21304	99.87277

4001	99.95918	98.47069	99.26925	99.87277
4051	99.95918	98.64061	99.32546	99.87277
4101	99.95918	98.8955	99.38168	99.87277
4151	99.95918	98.8955	99.38168	99.87277
4201	99.95918	98.8955	99.4941	99.87277
4251	99.95918	98.98046	99.4941	99.87277
4301	99.95918	99.15038	99.55031	99.87277
4351	99.95918	99.15038	99.55031	99.87277
4401	99.95918	99.15038	99.60652	99.87277
4451	99.95918	99.40527	99.66273	99.87277
4501	99.95918	99.49023	99.71894	99.87277
4551	99.95918	99.66015	99.77515	99.87277
4601	100	99.74511	99.83137	99.87277
4651	100	99.74511	99.88758	99.87277
4701	100	99.74511	99.88758	99.87277
4751	100	99.74511	99.88758	99.87277
4801	100	99.83008	99.88758	99.87277
4851	100	99.91504	100	99.87277
4901	100	100	100	99.87277
4951	100	100	100	100

5. CDF lokasi Terminal Purabaya hari ke-2

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	14.54347	0	0	0
101	65.93767	0	0	0
151	82.44943	0.31463	0	0
201	94.96993	9.596224	15.6539	0
251	97.43029	30.4667	40.42272	3.753027
301	98.52378	36.81175	73.57992	18.15981
351	98.90651	39.85317	83.35535	33.17191
401	99.01586	42.26534	85.46896	38.86199
451	99.45325	45.62139	86.45971	46.12591
501	99.5626	50.60304	86.92206	53.02663
551	99.5626	58.99318	87.38441	60.29056
601	99.5626	67.43576	87.51651	69.37046
651	99.5626	76.14053	87.84676	77.23971
701	99.5626	83.32459	88.24306	85.35109

751	99.61728	83.90142	88.30911	88.49879
801	99.61728	84.37336	88.37517	89.70944
851	99.67195	84.63555	88.63937	91.76755
901	99.67195	85.00262	88.77147	92.61501
951	99.67195	85.36969	88.96962	93.82567
1001	99.67195	85.68432	89.43197	94.0678
1051	99.67195	85.94651	89.82827	94.43099
1101	99.67195	86.26114	90.02642	94.91525
1151	99.67195	86.73309	90.22457	95.03632
1201	99.67195	86.83797	91.21532	95.03632
1251	99.72663	87.20503	91.61162	95.15738
1301	99.72663	87.5721	91.87583	95.52058
1351	99.72663	88.09649	92.47028	95.52058
1401	99.72663	88.72575	93.19683	95.76271
1451	99.7813	89.40745	94.25363	95.88378
1501	99.7813	89.66964	94.84808	95.88378
1551	99.7813	90.14158	95.50859	96.12591
1601	99.83598	90.45621	95.97094	96.24697
1651	99.83598	90.9806	96.43329	96.36804
1701	99.83598	91.4001	96.63144	96.73123
1751	99.83598	91.60986	97.02774	96.73123
1801	99.83598	92.23912	97.29194	96.8523
1851	99.83598	92.7635	97.75429	96.8523
1901	99.89065	93.34033	98.4148	96.97337
1951	99.89065	93.81227	98.61295	97.09443
2001	99.94533	94.33665	98.679	97.09443
2051	99.94533	94.96592	98.87715	97.2155
2101	99.94533	95.54274	99.00925	97.33656
2151	99.94533	96.22444	99.14135	97.94189
2201	99.94533	96.43419	99.27345	97.94189
2251	99.94533	96.8537	99.40555	98.18402
2301	99.94533	97.22077	99.40555	98.30508
2351	99.94533	97.48296	99.4716	98.66828
2401	99.94533	97.64027	99.4716	99.03148
2451	99.94533	97.90246	99.6037	99.03148
2501	99.94533	98.21709	99.6037	99.03148
2551	99.94533	98.37441	99.6037	99.51574

2601	99.94533	98.74148	99.6037	99.51574
2651	99.94533	99.21342	99.7358	99.6368
2701	99.94533	99.3183	99.80185	99.6368
2751	99.94533	99.47562	99.80185	99.75787
2801	100	99.73781	99.8679	99.87893
2851	100	99.84268	99.93395	100
2901	100	100	100	100

6. CDF lokasi Terminal Purabaya hari ke-3

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	10.05587	0	0	0
101	66.36872	0	0	0
151	81.89944	0.904977	0	0
201	93.35196	15.29412	30.29219	0
251	95.41899	33.57466	54.62135	5.450237
301	96.42458	38.41629	77.93679	21.20853
351	97.03911	41.35747	84.07871	36.37441
401	97.48603	43.48416	85.92725	41.82464
451	97.82123	46.69683	88.55098	44.90521
501	98.10056	51.67421	89.44544	48.5782
551	98.15642	59.00452	89.80322	55.56872
601	98.43575	67.05882	89.98211	64.57346
651	98.65922	74.84163	89.98211	73.45972
701	98.82682	81.8552	90.161	82.22749
751	98.88268	82.71493	90.22063	85.42654
801	98.88268	83.39367	90.22063	87.44076
851	98.93855	83.8009	90.39952	89.21801
901	99.16201	84.02715	90.45915	90.63981
951	99.21788	84.47964	90.69767	92.06161
1001	99.21788	84.75113	90.87657	92.53555
1051	99.27374	84.88688	91.11509	92.77251
1101	99.32961	84.97738	91.29398	93.24645
1151	99.38547	85.20362	91.47287	93.24645
1201	99.44134	85.47511	92.00954	93.48341
1251	99.49721	85.79186	92.42695	93.72038
1301	99.49721	86.15385	92.66547	93.72038
1351	99.55307	86.47059	92.96363	93.72038

1401	99.55307	86.65158	93.20215	94.19431
1451	99.55307	87.10407	93.44067	94.3128
1501	99.60894	87.46606	93.73882	94.66825
1551	99.60894	87.69231	93.91771	94.66825
1601	99.6648	87.82805	94.03697	94.78673
1651	99.6648	88.23529	94.51401	94.78673
1701	99.72067	88.50679	94.87179	94.90521
1751	99.72067	89.23077	95.11032	94.90521
1801	99.72067	89.95475	95.28921	95.14218
1851	99.72067	90.58824	95.52773	95.14218
1901	99.72067	91.44796	95.82588	95.14218
1951	99.72067	91.9457	96.00477	95.26066
2001	99.72067	92.35294	96.12403	95.49763
2051	99.72067	92.71493	96.48181	95.7346
2101	99.72067	92.98643	96.54144	96.09005
2151	99.77654	93.66516	96.6607	96.80095
2201	99.8324	94.25339	96.83959	96.91943
2251	99.8324	94.47964	96.95886	97.39336
2301	99.8324	94.66063	97.13775	97.74882
2351	99.8324	94.93213	97.25701	97.98578
2401	99.8324	95.33937	97.37627	98.34123
2451	99.8324	95.61086	97.55516	98.5782
2501	99.8324	95.97285	97.79368	98.69668
2551	99.8324	96.15385	97.97257	98.81517
2601	99.8324	96.28959	98.0322	98.93365
2651	99.8324	96.56109	98.0322	99.17062
2701	99.8324	96.69683	98.15146	99.17062
2751	99.8324	96.87783	98.38998	99.2891
2801	99.8324	96.92308	98.38998	99.2891
2851	99.8324	97.10407	98.50924	99.2891
2901	99.8324	97.28507	98.6285	99.2891
2951	99.8324	97.42081	98.74776	99.40758
3001	99.8324	97.69231	98.74776	99.52607
3051	99.8324	97.69231	98.86702	99.52607
3101	99.88827	97.82805	98.86702	99.52607
3151	99.88827	97.9638	98.86702	99.64455
3201	99.88827	98.19005	98.92665	99.64455

3251	99.88827	98.46154	99.04592	99.76303
3301	99.88827	98.73303	99.22481	99.76303
3351	99.88827	98.77828	99.28444	99.76303
3401	99.94413	98.91403	99.28444	99.76303
3451	100	99.04977	99.34407	99.76303
3501	100	99.18552	99.4037	99.76303
3551	100	99.18552	99.82111	99.76303
3601	100	99.23077	99.82111	99.76303
3651	100	99.41176	99.82111	99.76303
3701	100	99.45701	99.82111	99.76303
3751	100	99.59276	99.88074	99.76303
3801	100	99.77376	99.88074	99.76303
3851	100	99.86425	99.88074	99.76303
3901	100	99.9095	99.88074	99.88152
3951	100	99.95475	99.88074	99.88152
4001	100	100	99.88074	100
4051	100	100	100	100

7. CDF lokasi Terminal Purabaya hari ke-4

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	8.877996	0	0	0
101	58.44227	0	0	0
151	76.47059	0.694728	0	0
201	91.39434	14.30323	16.06864	0
251	94.66231	31.18104	42.4337	0.701262
301	96.56863	37.06579	72.33489	11.07994
351	97.54902	39.10911	86.47946	30.43478
401	97.98475	41.96976	88.92356	41.65498
451	98.58388	45.27993	89.9116	46.42356
501	98.85621	51.04209	90.48362	49.78962
551	99.18301	58.47977	90.89964	56.66199
601	99.18301	67.14344	91.31565	64.37588
651	99.18301	74.58112	91.57566	72.08976
701	99.23747	81.4058	91.73167	80.50491
751	99.29194	82.59093	91.78367	82.8892
801	99.29194	83.24479	92.04368	85.554
851	99.29194	83.61259	92.09568	87.79804

901	99.29194	83.93952	92.19969	89.20056
951	99.34641	84.26645	92.25169	90.60309
1001	99.34641	84.63425	92.35569	91.4446
1051	99.40087	84.96118	92.4597	91.4446
1101	99.40087	85.32897	92.5117	91.72511
1151	99.45534	85.65591	92.66771	92.14586
1201	99.45534	85.86024	92.97972	92.28612
1251	99.45534	86.10544	93.23973	92.28612
1301	99.45534	86.5141	93.55174	92.42637
1351	99.5098	86.92276	93.91576	92.70687
1401	99.56427	87.24969	94.12376	92.84712
1451	99.56427	87.82182	94.43578	93.26788
1501	99.56427	88.23049	94.64379	93.68864
1551	99.56427	88.72088	94.9038	94.1094
1601	99.56427	88.72088	95.0078	95.09116
1651	99.56427	89.33388	95.31981	95.23142
1701	99.56427	90.02861	95.57982	95.37167
1751	99.61874	90.55987	95.89184	95.65217
1801	99.61874	90.8868	96.15185	95.79243
1851	99.61874	91.41806	96.51586	96.21318
1901	99.61874	91.86759	96.67187	96.49369
1951	99.6732	92.48059	96.93188	96.63394
2001	99.6732	92.88925	96.98388	96.77419
2051	99.6732	93.42051	97.4519	97.0547
2101	99.6732	93.99264	97.5559	97.47546
2151	99.6732	94.36044	97.86791	97.89621
2201	99.6732	94.72824	97.97192	97.89621
2251	99.6732	95.0143	98.07592	98.17672
2301	99.6732	95.34123	98.12793	98.31697
2351	99.6732	95.54557	98.54394	98.45722
2401	99.6732	95.91336	98.59594	98.45722
2451	99.6732	96.03596	98.59594	99.01823
2501	99.6732	96.28116	98.64795	99.01823
2551	99.6732	96.60809	98.69995	99.01823
2601	99.6732	96.77156	98.80395	99.01823
2651	99.6732	97.01676	98.85595	99.15849
2701	99.72767	97.18022	98.90796	99.15849

2751	99.72767	97.30282	98.95996	99.29874
2801	99.72767	97.50715	98.95996	99.43899
2851	99.72767	97.58888	99.01196	99.43899
2901	99.72767	97.71148	99.01196	99.43899
2951	99.72767	97.75235	99.11596	99.43899
3001	99.72767	97.91582	99.16797	99.43899
3051	99.72767	97.99755	99.16797	99.43899
3101	99.72767	98.07928	99.16797	99.57924
3151	99.72767	98.32448	99.16797	99.57924
3201	99.8366	98.44708	99.21997	99.57924
3251	99.8366	98.61054	99.21997	99.57924
3301	99.8366	98.81488	99.32397	99.85975
3351	99.89107	98.89661	99.53198	99.85975
3401	99.89107	99.14181	99.68799	99.85975
3451	99.94553	99.26441	99.79199	99.85975
3501	100	99.30527	99.896	99.85975
3551	100	99.5096	100	99.85975
3601	100	99.67307	100	100
3651	100	100	100	100
3701	100	100	100	100

8. CDF lokasi Terminal Purabaya hari ke-5

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	8.542714	0	0	0
101	67.95087	0	0	0
151	83.86376	0.636689	0.054675	0
201	94.13735	11.34103	17.98797	0
251	95.9799	29.68563	43.95845	3.84
301	97.15243	35.81377	78.4035	21.6
351	97.54327	38.63908	88.35429	46.72
401	98.21329	40.62873	91.30672	54.08
451	98.7158	43.85197	93.27501	58.88
501	98.88331	47.91086	94.04046	63.2
551	99.10664	54.83486	94.31383	69.44
601	99.16248	61.59968	94.47786	75.04
651	99.21831	68.68285	94.86058	81.76
701	99.27415	75.56705	95.07928	87.68

751	99.44165	76.52209	95.13395	89.6
801	99.44165	77.11898	95.2433	91.36
851	99.44165	77.35774	95.2433	92.16
901	99.44165	77.91484	95.29798	93.12
951	99.44165	78.47195	95.462	93.6
1001	99.55332	78.67091	95.462	93.76
1051	99.55332	78.98926	95.79005	93.92
1101	99.55332	79.38719	95.79005	94.08
1151	99.55332	79.74532	95.84472	94.4
1201	99.55332	80.02388	96.06342	94.56
1251	99.55332	80.58098	96.06342	94.72
1301	99.55332	80.89932	96.1181	95.04
1351	99.66499	81.41663	96.3368	95.04
1401	99.66499	81.81456	96.39147	95.04
1451	99.66499	82.29208	96.71952	95.2
1501	99.66499	82.80939	96.93822	95.36
1551	99.66499	83.24712	97.04757	95.52
1601	99.72083	83.68484	97.21159	95.52
1651	99.72083	84.40111	97.26627	95.68
1701	99.72083	84.75925	97.53964	95.68
1751	99.77666	85.39594	97.70366	95.68
1801	99.77666	86.1918	97.86769	95.84
1851	99.77666	87.14684	98.03171	96.16
1901	99.77666	88.18146	98.19574	96.64
1951	99.77666	88.65897	98.25041	96.96
2001	99.77666	89.41504	98.41443	97.12
2051	99.77666	90.48945	98.63313	97.12
2101	99.77666	91.3649	98.68781	97.44
2151	99.77666	92.20056	98.74248	97.76
2201	99.77666	92.91683	98.79716	98.4
2251	99.8325	93.43414	98.85183	98.4
2301	99.8325	93.79228	98.90651	98.72
2351	99.8325	94.38918	98.90651	98.72
2401	99.8325	95.26462	98.96118	98.72
2451	99.8325	95.78193	99.01586	98.72
2501	99.8325	96.06049	99.12521	99.04
2551	99.8325	96.29924	99.12521	99.04

2601	99.8325	96.45842	99.12521	99.04
2651	99.8325	96.89614	99.23455	99.52
2701	99.8325	97.17469	99.28923	99.68
2751	99.8325	97.41345	99.3439	99.68
2801	99.8325	97.49304	99.45325	99.84
2851	99.8325	97.73179	99.50793	99.84
2901	99.8325	98.05014	99.50793	100
2951	99.8325	98.40828	99.50793	100
3001	99.88833	98.52766	99.50793	100
3051	99.88833	98.72662	99.50793	100
3101	99.94417	98.846	99.50793	100
3151	100	99.04497	99.5626	100
3201	100	99.28372	99.5626	100
3251	100	99.64186	99.67195	100
3301	100	99.84083	100	100
3351	100	99.92041	100	100
3401	100	100	100	100
3451	100	100	100	100

9. CDF lokasi Terminal Purabaya

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	17.7599	0	0	0
101	68.31683	0	0	0
151	83.66337	0.663156	0.011465	0
201	94.3585	12.56095	18.73424	0.026357
251	96.46246	30.31988	42.61637	3.45282
301	97.57632	35.9372	71.2222	17.4486
351	98.07137	38.64833	81.74731	34.50185
401	98.41172	40.97913	84.4875	41.98735
451	98.783	44.24615	86.16143	47.44333
501	98.94802	49.22957	87.12451	52.21402
551	99.07178	56.85586	88.0188	59.48867
601	99.15429	64.98927	88.80991	67.42225
651	99.20586	72.84962	89.61247	75.32947
701	99.25743	80.06632	90.39211	83.42119
751	99.31931	81.04154	90.57556	86.16236
801	99.31931	81.66569	90.70167	87.98102

851	99.33993	82.04603	90.85072	89.61518
901	99.3915	82.43612	90.96537	90.88034
951	99.41213	82.86522	91.25201	92.04006
1001	99.44307	83.13829	91.50424	92.43542
1051	99.47401	83.41135	91.79087	92.72536
1101	99.48432	83.71367	91.92846	93.04164
1151	99.50495	84.04525	92.16923	93.19979
1201	99.51526	84.2598	92.68516	93.33158
1251	99.55652	84.62064	92.94886	93.51608
1301	99.55652	84.95221	93.17817	93.67422
1351	99.60809	85.38131	93.51066	93.75329
1401	99.6184	85.76165	93.85462	93.99051
1451	99.63903	86.25902	94.34763	94.28044
1501	99.65965	86.64911	94.68012	94.46494
1551	99.65965	87.0392	94.96675	94.64945
1601	99.69059	87.26351	95.23045	94.91302
1651	99.69059	87.80964	95.56294	95.07116
1701	99.70091	88.22898	95.86104	95.25567
1751	99.72153	88.78486	96.13621	95.41381
1801	99.72153	89.37975	96.38844	95.62467
1851	99.72153	90.02341	96.68654	95.78281
1901	99.73185	90.74508	96.98464	96.12546
1951	99.74216	91.23269	97.19101	96.28361
2001	99.75248	91.76907	97.31713	96.44175
2051	99.75248	92.39321	97.58083	96.62625
2101	99.75248	92.94909	97.66109	96.9689
2151	99.76279	93.57324	97.856	97.46969
2201	99.78342	94.09986	97.98211	97.65419
2251	99.79373	94.45095	98.1197	97.89141
2301	99.79373	94.75327	98.17702	98.10227
2351	99.79373	95.10435	98.31461	98.28677
2401	99.79373	95.58221	98.40633	98.49763
2451	99.79373	95.94305	98.47512	98.70849
2501	99.79373	96.22586	98.56684	98.84027
2551	99.79373	96.44041	98.63563	99.02478
2601	99.79373	96.66472	98.67003	99.07749
2651	99.79373	97.0353	98.77322	99.28835

2701	99.80404	97.20109	98.84201	99.31471
2751	99.80404	97.37663	98.92227	99.39378
2801	99.81436	97.52292	98.95666	99.49921
2851	99.81436	97.68871	99.02545	99.52557
2901	99.82467	97.88375	99.05985	99.57828
2951	99.82467	98.02028	99.11717	99.60464
3001	99.83498	98.16657	99.12864	99.631
3051	99.85561	98.23484	99.1745	99.631
3101	99.88655	98.34211	99.18597	99.65735
3151	99.90718	98.51765	99.2089	99.68371
3201	99.92781	98.68344	99.25476	99.68371
3251	99.92781	98.88824	99.31208	99.73643
3301	99.93812	99.06378	99.46113	99.78914
3351	99.94843	99.12229	99.54139	99.78914
3401	99.95875	99.22957	99.57579	99.78914
3451	99.97937	99.30759	99.61018	99.78914
3501	99.98969	99.3661	99.64458	99.8155
3551	99.98969	99.41486	99.77069	99.8155
3601	99.98969	99.50263	99.77069	99.86821
3651	99.98969	99.62941	99.78216	99.86821
3701	99.98969	99.65867	99.79363	99.89457
3751	99.98969	99.68793	99.80509	99.89457
3801	99.98969	99.74644	99.80509	99.89457
3851	99.98969	99.7757	99.81656	99.89457
3901	99.98969	99.78545	99.81656	99.92093
3951	99.98969	99.7952	99.81656	99.94729
4001	99.98969	99.82446	99.82802	99.97364
4051	99.98969	99.84396	99.86242	99.97364
4101	99.98969	99.87322	99.87388	99.97364
4151	99.98969	99.87322	99.87388	99.97364
4201	99.98969	99.87322	99.89681	99.97364
4251	99.98969	99.88297	99.89681	99.97364
4301	99.98969	99.90248	99.90828	99.97364
4351	99.98969	99.90248	99.90828	99.97364
4401	99.98969	99.90248	99.91974	99.97364
4451	99.98969	99.93173	99.93121	99.97364
4501	99.98969	99.94149	99.94267	99.97364

4551	99.98969	99.96099	99.95414	99.97364
4601	100	99.97074	99.9656	99.97364
4651	100	99.97074	99.97707	99.97364
4701	100	99.97074	99.97707	99.97364
4751	100	99.97074	99.97707	99.97364
4801	100	99.9805	99.97707	99.97364
4851	100	99.99025	100	99.97364
4901	100	100	100	99.97364
4951	100	100	100	100
5001	100	100	100	100

10. CDF lokasi Jalan Basuki Rahmat hari ke-1

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	29.94269	0	0	0
101	67.76504	0	0	0
151	85.10029	1.07362	0	0
201	96.27507	15.18405	15.54878	0
251	98.42407	34.81595	39.63415	1.234568
301	98.99713	39.11043	80.33537	8.024691
351	99.42693	41.41104	94.35976	21.2963
401	99.5702	43.40491	96.79878	29.93827
451	99.71347	47.39264	98.01829	35.49383
501	99.71347	55.52147	98.17073	40.89506
551	99.71347	67.79141	98.32317	50
601	99.71347	77.45399	98.47561	62.5
651	99.71347	87.73006	98.47561	72.53086
701	99.71347	93.55828	98.47561	81.94444
751	99.71347	94.0184	98.62805	86.41975
801	99.71347	94.32515	98.78049	87.19136
851	99.71347	94.78528	98.78049	88.73457
901	99.71347	94.93865	98.78049	92.12963
951	99.71347	94.93865	98.78049	93.82716
1001	99.71347	94.93865	98.78049	94.29012
1051	99.71347	95.09202	98.78049	94.75309
1101	99.71347	95.2454	99.08537	94.90741
1151	99.85673	95.2454	99.08537	95.06173
1201	99.85673	95.2454	99.08537	95.37037

1251	99.85673	95.39877	99.08537	95.67901
1301	99.85673	95.39877	99.08537	95.67901
1351	99.85673	95.55215	99.08537	96.2963
1401	99.85673	95.55215	99.08537	96.2963
1451	99.85673	95.70552	99.08537	96.45062
1501	99.85673	95.8589	99.08537	96.45062
1551	99.85673	95.8589	99.08537	96.45062
1601	100	96.01227	99.08537	96.45062
1651	100	96.31902	99.08537	96.75926
1701	100	96.31902	99.2378	96.91358
1751	100	96.47239	99.54268	97.0679
1801	100	96.62577	99.69512	97.53086
1851	100	97.23926	99.69512	97.68519
1901	100	97.39264	99.84756	97.99383
1951	100	97.54601	100	98.14815
2001	100	97.85276	100	98.30247
2051	100	98.15951	100	98.61111
2101	100	98.46626	100	98.76543
2151	100	99.07975	100	99.07407
2201	100	99.23313	100	99.2284
2251	100	99.23313	100	99.38272
2301	100	99.3865	100	99.38272
2351	100	99.69325	100	99.38272
2401	100	99.69325	100	99.38272
2451	100	99.84663	100	99.53704
2501	100	99.84663	100	99.84568
2551	100	100	100	100

11. CDF lokasi Jalan Basuki Rahmat hari ke-2

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	19.17024	0	0	0
101	61.37339	0	0	0
151	78.54077	0.928382	0	0
201	92.84692	16.44562	12.11679	0
251	96.13734	33.687	42.18978	0.274725
301	96.85265	38.06366	81.31387	4.945055
351	97.99714	39.65517	92.26277	17.30769

401	98.42632	41.77719	95.47445	25.82418
451	98.71245	46.81698	97.08029	32.14286
501	98.71245	54.64191	97.08029	37.63736
551	98.85551	64.58886	97.37226	49.17582
601	98.85551	74.40318	97.51825	59.61538
651	98.99857	85.14589	97.66423	73.07692
701	98.99857	92.04244	97.66423	84.89011
751	99.14163	92.97082	97.66423	88.73626
801	99.42775	92.97082	97.9562	89.83516
851	99.42775	93.23607	97.9562	90.65934
901	99.42775	93.23607	98.39416	92.03297
951	99.42775	93.23607	98.54015	94.50549
1001	99.42775	93.50133	98.54015	94.50549
1051	99.42775	93.63395	98.68613	94.50549
1101	99.42775	93.63395	98.68613	95.32967
1151	99.57082	93.63395	98.68613	95.6044
1201	99.57082	93.76658	98.68613	95.6044
1251	99.57082	94.03183	98.83212	95.6044
1301	99.71388	94.03183	98.83212	96.15385
1351	99.71388	94.03183	98.9781	96.15385
1401	99.85694	94.16446	99.12409	96.15385
1451	99.85694	94.56233	99.12409	96.15385
1501	99.85694	94.82759	99.12409	96.15385
1551	99.85694	94.96021	99.12409	96.15385
1601	99.85694	94.96021	99.12409	96.42857
1651	99.85694	95.09284	99.12409	96.42857
1701	99.85694	95.22546	99.12409	96.42857
1751	99.85694	95.35809	99.12409	96.42857
1801	99.85694	95.62334	99.12409	96.42857
1851	99.85694	95.88859	99.27007	96.97802
1901	99.85694	96.15385	99.27007	97.25275
1951	99.85694	96.55172	99.27007	97.25275
2001	99.85694	96.81698	99.27007	97.52747
2051	99.85694	97.48011	99.41606	97.52747
2101	99.85694	98.27586	99.41606	97.52747
2151	99.85694	98.67374	99.41606	98.07692
2201	99.85694	99.20424	99.56204	98.62637

2251	99.85694	99.33687	99.70803	99.17582
2301	99.85694	99.60212	99.70803	99.17582
2351	99.85694	99.86737	99.85401	99.45055
2401	100	99.86737	99.85401	99.72527
2451	100	100	99.85401	99.72527
2501	100	100	99.85401	99.72527
2551	100	100	100	100

12. CDF lokasi Jalan Basuki Rahmat hari ke-3

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	28.37838	0	0	0
101	66.06607	0	0	0
151	79.57958	3.937008	0	0
201	91.59159	25.72178	10.34483	0.225225
251	94.29429	40.81365	55.17241	1.351351
301	96.0961	43.30709	83.18966	7.207207
351	97.5976	45.01312	89.36782	22.52252
401	98.34835	47.6378	91.95402	31.08108
451	98.94895	50.91864	93.96552	36.26126
501	99.24925	57.08661	95.11494	41.66667
551	99.3994	66.27297	95.97701	51.35135
601	99.3994	74.93438	96.55172	65.09009
651	99.3994	83.07087	96.98276	75.9009
701	99.3994	91.07612	97.41379	84.68468
751	99.3994	93.04462	97.41379	89.41441
801	99.3994	93.30709	97.84483	91.21622
851	99.3994	93.83202	97.98851	92.11712
901	99.54955	93.96325	98.13218	95.04505
951	99.54955	94.75066	98.27586	96.62162
1001	99.54955	94.88189	98.27586	96.62162
1051	99.6997	95.14436	98.41954	97.07207
1101	99.6997	95.27559	98.41954	97.2973
1151	99.6997	95.40682	98.7069	97.52252
1201	99.6997	95.40682	98.7069	97.52252
1251	99.6997	95.40682	98.85057	97.52252
1301	99.6997	95.53806	98.85057	97.52252
1351	99.6997	95.80052	99.13793	97.52252

1401	99.6997	96.06299	99.13793	97.52252
1451	99.6997	96.32546	99.28161	97.74775
1501	99.6997	96.45669	99.42529	97.74775
1551	99.6997	96.45669	99.42529	97.74775
1601	99.6997	96.58793	99.42529	97.97297
1651	99.6997	96.85039	99.42529	98.1982
1701	99.6997	97.24409	99.42529	98.1982
1751	99.84985	97.37533	99.56897	98.1982
1801	99.84985	97.50656	99.71264	98.1982
1851	99.84985	97.76903	99.71264	98.42342
1901	99.84985	97.76903	99.71264	98.64865
1951	99.84985	97.90026	99.71264	98.64865
2001	99.84985	98.29396	99.71264	98.64865
2051	99.84985	98.68766	100	98.87387
2101	100	99.08136	100	99.0991
2151	100	99.47507	100	100
2201	100	99.73753	100	100
2251	100	100	100	100

13. CDF lokasi Jalan Basuki Rahmat hari ke-4

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	14.32749	0	0	0
101	39.47368	0	0	0
151	51.31579	2.660407	0	0
201	77.63158	27.69953	5.573248	0.316957
251	86.54971	41.94053	27.38854	1.584786
301	91.08187	47.88732	71.81529	7.448494
351	93.12865	50.39124	84.71338	17.90808
401	94.88304	53.52113	88.53503	29.6355
451	96.34503	59.9374	92.35669	40.57052
501	97.07602	66.51017	94.26752	48.65293
551	97.66082	73.86541	94.74522	56.57686
601	97.80702	81.84664	95.70064	64.50079
651	98.09942	89.51487	96.01911	72.42472
701	98.24561	94.83568	96.17834	78.44691
751	98.53801	95.46166	96.33758	80.50713
801	98.68421	95.77465	96.49682	82.40887

851	98.68421	96.24413	96.65605	83.6767
901	98.68421	96.24413	96.81529	85.26149
951	98.68421	96.40063	96.97452	86.84628
1001	98.83041	96.55712	97.13376	87.48019
1051	98.83041	96.71362	97.13376	88.27258
1101	98.83041	96.87011	97.13376	89.06498
1151	98.97661	96.87011	97.13376	89.54041
1201	98.97661	97.0266	97.29299	90.01585
1251	98.97661	97.0266	97.45223	90.64976
1301	98.97661	97.1831	97.7707	90.96672
1351	98.97661	97.1831	97.7707	91.1252
1401	98.97661	97.1831	97.7707	91.75911
1451	98.97661	97.1831	97.7707	92.23455
1501	98.97661	97.1831	97.7707	92.86846
1551	98.97661	97.33959	97.92994	93.50238
1601	98.97661	97.33959	97.92994	94.13629
1651	98.97661	97.65258	97.92994	94.13629
1701	98.97661	97.65258	97.92994	94.29477
1751	98.97661	97.65258	97.92994	94.77021
1801	98.97661	97.80908	98.08917	94.92868
1851	98.97661	97.80908	98.08917	95.08716
1901	98.97661	97.80908	98.08917	95.40412
1951	98.97661	97.80908	98.08917	95.5626
2001	98.97661	97.96557	98.08917	95.87956
2051	98.97661	98.12207	98.08917	95.87956
2101	98.97661	98.27856	98.08917	96.03803
2151	98.97661	98.59155	98.24841	96.51347
2201	98.97661	98.59155	98.40764	96.83043
2251	98.97661	99.06103	98.40764	97.30586
2301	98.97661	99.06103	98.56688	97.46434
2351	98.97661	99.06103	98.72611	97.46434
2401	98.97661	99.37402	98.72611	97.46434
2451	98.97661	99.53052	98.88535	97.46434
2501	98.97661	99.53052	98.88535	97.7813
2551	98.97661	99.53052	99.04459	97.7813
2601	98.97661	99.68701	99.20382	98.09826
2651	98.97661	99.68701	99.20382	98.25674

2701	98.97661	99.68701	99.20382	98.73217
2751	98.97661	99.68701	99.20382	98.73217
2801	98.97661	99.68701	99.20382	98.73217
2851	99.12281	99.68701	99.20382	98.73217
2901	99.12281	99.68701	99.20382	98.89065
2951	99.26901	99.68701	99.20382	99.04913
3001	99.26901	99.68701	99.20382	99.36609
3051	99.26901	99.68701	99.20382	99.52456
3101	99.4152	99.68701	99.20382	99.52456
3151	99.7076	100	99.20382	99.68304
3201	99.8538	100	99.36306	99.84152
3251	99.8538	100	99.36306	99.84152
3301	100	100	99.84076	100
3351	100	100	100	100

14. CDF lokasi Jalan Basuki Rahmat hari ke-5

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	15.04178	0	0	0
101	51.11421	0	0	0
151	65.45961	2.160102	0	0
201	78.96936	33.79924	19.11765	4.639175
251	83.84401	58.95807	48.03922	17.52577
301	87.18663	64.42186	71.89542	35.30928
351	90.94708	67.09022	81.53595	46.13402
401	93.31476	69.50445	83.82353	53.09278
451	94.98607	72.80813	89.86928	59.27835
501	95.961	77.63659	93.62745	63.14433
551	97.07521	83.60864	94.77124	70.10309
601	97.35376	88.69123	95.26144	76.54639
651	97.35376	92.88437	95.58824	81.95876
701	97.63231	95.93393	95.75163	88.14433
751	97.77159	96.18806	96.24183	89.69072
801	97.91086	96.31512	96.24183	91.23711
851	98.18942	96.69632	96.56863	92.26804
901	98.32869	96.82338	96.89542	93.29897
951	98.46797	96.95044	97.05882	94.07216
1001	98.60724	97.07751	97.38562	94.58763

1051	98.74652	97.07751	97.38562	94.58763
1101	98.88579	97.07751	97.54902	94.84536
1151	98.88579	97.07751	97.54902	94.84536
1201	98.88579	97.20457	97.71242	95.10309
1251	99.02507	97.20457	97.71242	95.10309
1301	99.16435	97.33164	97.71242	95.10309
1351	99.16435	97.4587	97.71242	95.36082
1401	99.16435	97.58577	97.71242	95.61856
1451	99.16435	97.58577	97.71242	95.61856
1501	99.30362	97.58577	97.71242	95.61856
1551	99.30362	97.58577	97.71242	95.61856
1601	99.30362	97.71283	98.03922	96.64948
1651	99.30362	97.8399	98.52941	96.64948
1701	99.30362	97.8399	98.69281	96.90722
1751	99.4429	97.96696	98.69281	96.90722
1801	99.4429	97.96696	98.69281	96.90722
1851	99.4429	98.09403	98.69281	97.16495
1901	99.4429	98.09403	98.85621	97.68041
1951	99.4429	98.09403	98.85621	97.68041
2001	99.58217	98.09403	99.18301	98.45361
2051	99.58217	98.34816	99.18301	98.71134
2101	99.58217	98.60229	99.18301	98.96907
2151	99.58217	98.85642	99.18301	98.96907
2201	99.58217	98.85642	99.18301	98.96907
2251	99.58217	99.11055	99.18301	98.96907
2301	99.58217	99.23761	99.34641	98.96907
2351	99.58217	99.49174	99.34641	98.96907
2401	99.58217	99.49174	99.34641	99.2268
2451	99.58217	99.49174	99.5098	99.2268
2501	99.58217	99.49174	99.5098	99.2268
2551	99.58217	99.49174	99.6732	99.48454
2601	99.58217	99.49174	99.6732	99.48454
2651	99.58217	99.49174	99.8366	99.48454
2701	99.58217	99.61881	99.8366	99.74227
2751	99.58217	99.61881	99.8366	99.74227
2801	99.58217	99.61881	99.8366	99.74227
2851	99.58217	99.61881	99.8366	99.74227

2901	99.58217	99.61881	100	100
2951	99.58217	99.61881	100	100
3001	99.58217	99.61881	100	100
3051	99.58217	99.61881	100	100
3101	99.72145	99.61881	100	100
3151	99.86072	99.61881	100	100
3201	99.86072	99.74587	100	100
3251	99.86072	100	100	100
3301	99.86072	100	100	100
3351	100	100	100	100

15. CDF lokasi Jalan Basuki Rahmat

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	21.2987	0	0	0
101	57.114	0	0	0
151	71.97691	2.170284	0	0
201	87.41703	23.98442	12.48093	0.848485
251	91.80375	42.40401	42.69149	3.757576
301	93.99711	46.8837	77.93714	11.55556
351	95.78644	49.02615	88.61764	23.9596
401	96.88312	51.47468	91.48612	33.09091
451	97.72006	55.81525	94.35459	40.16162
501	98.1241	62.46522	95.69728	46.0202
551	98.52814	71.34112	96.27708	54.94949
601	98.61472	79.52142	96.73482	65.25253
651	98.7013	87.64608	96.97894	74.66667
701	98.78788	93.46132	97.13152	82.94949
751	98.90332	94.32387	97.2841	86.30303
801	99.01876	94.51864	97.49771	87.71717
851	99.07648	94.936	97.61977	88.88889
901	99.1342	95.01948	97.83338	91.07071
951	99.16306	95.24207	97.95545	92.68687
1001	99.22078	95.38119	98.04699	93.05051
1051	99.2785	95.52031	98.10803	93.45455
1101	99.30736	95.60378	98.19957	93.89899
1151	99.39394	95.63161	98.2606	94.14141
1201	99.39394	95.71508	98.32164	94.38384

1251	99.4228	95.79855	98.41318	94.62626
1301	99.48052	95.88203	98.47421	94.78788
1351	99.48052	95.99332	98.56576	95.0303
1401	99.50938	96.10462	98.59628	95.23232
1451	99.50938	96.27156	98.62679	95.43434
1501	99.53824	96.38286	98.65731	95.59596
1551	99.53824	96.43851	98.68782	95.75758
1601	99.5671	96.52198	98.74886	96.16162
1651	99.5671	96.74457	98.8404	96.28283
1701	99.5671	96.85587	98.90143	96.40404
1751	99.62482	96.96717	98.99298	96.56566
1801	99.62482	97.10629	99.08453	96.72727
1851	99.62482	97.35671	99.11504	96.9697
1901	99.62482	97.44018	99.17608	97.29293
1951	99.62482	97.5793	99.20659	97.37374
2001	99.65368	97.80189	99.26762	97.65657
2051	99.65368	98.16361	99.35917	97.81818
2101	99.68254	98.55314	99.35917	97.9798
2151	99.68254	98.94268	99.38969	98.42424
2201	99.68254	99.13745	99.45072	98.62626
2251	99.68254	99.36004	99.48123	98.86869
2301	99.68254	99.47134	99.54226	98.90909
2351	99.68254	99.63829	99.6033	98.94949
2401	99.7114	99.69393	99.6033	99.0303
2451	99.7114	99.77741	99.66433	99.07071
2501	99.7114	99.77741	99.66433	99.23232
2551	99.7114	99.80523	99.75587	99.35354
2601	99.7114	99.83306	99.78639	99.43434
2651	99.7114	99.83306	99.81691	99.47475
2701	99.7114	99.86088	99.81691	99.63636
2751	99.7114	99.86088	99.81691	99.63636
2801	99.7114	99.86088	99.81691	99.63636
2851	99.74026	99.86088	99.81691	99.63636
2901	99.74026	99.86088	99.84742	99.71717
2951	99.76912	99.86088	99.84742	99.75758
3001	99.76912	99.86088	99.84742	99.83838
3051	99.76912	99.86088	99.84742	99.87879

3101	99.82684	99.86088	99.84742	99.87879
3151	99.91342	99.91653	99.84742	99.91919
3201	99.94228	99.94435	99.87794	99.9596
3251	99.94228	100	99.87794	99.9596
3301	99.97114	100	99.96948	100
3351	100	100	100	100

16. CDF Semua Lokasi

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
0	0	0	0	0
51	17.584108	0	0	0
101	61.38051	0	0	0
151	75.961474	0.9339816	0.0067449	0
201	87.412213	14.617451	15.547012	0.2734189
251	90.301652	33.488997	41.609335	3.1621493
301	92.033978	38.77303	73.269931	14.907275
351	93.251288	41.351075	84.709294	33.178792
401	94.174303	43.673234	87.58937	43.461721
451	95.35817	47.140481	89.504924	52.163576
501	96.414956	52.405322	90.50317	58.048027
551	97.190823	60.62564	91.2586	65.287684
601	97.859675	68.897134	91.980305	72.717546
651	98.414822	77.09826	92.560367	79.505468
701	98.541904	84.384596	93.126939	86.043747
751	98.668985	85.363357	93.288817	88.456966
801	98.715805	85.913511	93.43046	89.835949
851	98.769313	86.290942	93.565358	91.072278
901	98.82951	86.58521	93.700256	92.34427
951	98.849575	86.937052	93.929583	93.41417
1001	98.896395	87.160952	94.125185	93.711365
1051	98.936526	87.397646	94.314043	94.008559
1101	98.949903	87.627943	94.428706	94.293866
1151	98.990034	87.877431	94.590584	94.448407

1201	98.996723	88.050154	94.921085	94.614836
1251	99.036854	88.318833	95.130177	94.816928
1301	99.050231	88.568321	95.305544	94.971469
1351	99.090362	88.881781	95.548361	95.114123
1401	99.103739	89.169652	95.797923	95.280552
1451	99.130493	89.540686	96.108188	95.518307
1501	99.150558	89.834954	96.31728	95.696624
1551	99.150558	90.116428	96.499393	95.839277
1601	99.177313	90.28915	96.681505	96.124584
1651	99.19069	90.711361	96.897343	96.279125
1701	99.197378	91.024821	97.092945	96.409891
1751	99.224132	91.415046	97.288547	96.540656
1801	99.224132	91.869243	97.463915	96.695197
1851	99.224132	92.38741	97.666262	96.861626
1901	99.230821	92.931167	97.855119	97.158821
1951	99.237509	93.308598	98.003507	97.277699
2001	99.250886	93.75	98.118171	97.43224
2051	99.250886	94.312948	98.300283	97.563005
2101	99.257575	94.805527	98.347498	97.800761
2151	99.264263	95.368475	98.468906	98.204945
2201	99.27764	95.784289	98.55659	98.359486
2251	99.311083	96.078557	98.651018	98.573466
2301	99.317771	96.321648	98.698233	98.692344
2351	99.344525	96.622313	98.792662	98.834998
2401	99.411411	96.954964	98.866856	98.977651
2451	99.438165	97.217247	98.92756	99.096529
2501	99.471607	97.421955	98.988264	99.215407
2551	99.471607	97.575486	99.048968	99.334284
2601	99.471607	97.729017	99.075948	99.381835
2651	99.471607	97.978506	99.150142	99.500713
2701	99.498361	98.106448	99.197356	99.560152

2751	99.518427	98.227994	99.251315	99.595816
2801	99.525115	98.336745	99.27155	99.643367
2851	99.531804	98.445496	99.312019	99.655254
2901	99.545181	98.573439	99.338999	99.702806
2951	99.571935	98.662999	99.379469	99.726581
3001	99.578624	98.758956	99.386213	99.762244
3051	99.598689	98.810133	99.413193	99.774132
3101	99.645509	98.880502	99.426683	99.78602
3151	99.692328	99.008444	99.440173	99.809796
3201	99.732459	99.123593	99.473897	99.821683
3251	99.732459	99.270727	99.521112	99.857347
3301	99.765902	99.385875	99.65601	99.89301
3351	99.785967	99.424258	99.716714	99.89301
3401	99.852853	99.494626	99.743694	99.89301
3451	99.892984	99.545803	99.770673	99.89301
3501	99.939803	99.584186	99.790908	99.916786
3551	99.95318	99.616172	99.865102	99.916786
3601	99.966557	99.673746	99.865102	99.940561
3651	99.979934	99.756909	99.871847	99.940561
3701	99.993311	99.7761	99.878592	99.952449
3751	99.993311	99.795292	99.885337	99.952449
3801	99.993311	99.833675	99.885337	99.952449
3851	99.993311	99.852866	99.892081	99.952449
3901	99.993311	99.859263	99.892081	99.964337
3951	99.993311	99.86566	99.892081	99.976224
4001	99.993311	99.884852	99.898826	99.988112
4051	99.993311	99.897646	99.919061	99.988112
4101	99.993311	99.916837	99.925806	99.988112
4151	99.993311	99.916837	99.925806	99.988112
4201	99.993311	99.916837	99.939296	99.988112
4251	99.993311	99.923234	99.939296	99.988112

4301	99.993311	99.936029	99.946041	99.988112
4351	99.993311	99.936029	99.946041	99.988112
4401	99.993311	99.936029	99.952786	99.988112
4451	99.993311	99.95522	99.959531	99.988112
4501	99.993311	99.961617	99.966275	99.988112
4551	99.993311	99.974411	99.97302	99.988112
4601	100	99.980809	99.979765	99.988112
4651	100	99.980809	99.98651	99.988112
4701	100	99.980809	99.98651	99.988112
4751	100	99.980809	99.98651	99.988112
4801	100	99.987206	99.98651	99.988112
4851	100	99.993603	100	99.988112
4901	100	100	100	99.988112
4951	100	100	100	100

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisis kinerja TCP/IP jaringan nirkabel di Surabaya, bisa diperoleh kesimpulan

1. Sudah ada empat provider di Surabaya yang menggunakan teknologi jaringan 4G. Pada pengukuran nilai delay juga digunakan empat provider dengan jaringan 4G.
2. Pengukuran nilai delay dilakukan di Jalan Pemuda, Terminal Purabaya, dan Jalan Basuki Rahmat sudah tercover oleh jaringan 4G. Selain itu sudah banyak tempat lain di Surabaya yang tercover jaringan 4G.
3. Pada saat pengukuran delay di Jalan Pemuda didapatkan hasil delay kurang dari 0,4s, provider A mempunyai CDF sebesar 65%, provider B sebesar 43%, provider C sebesar 92%, dan kemudian untuk provider D sebanyak 58%. Jadi provider yang mempunyai nilai delay sangat baik adalah provider C, yaitu sebesar 92%
4. Pada saat pengukuran delay di Terminal Purabaya didapatkan hasil nilai delay kurang dari 0,4s provider A mempunyai CDF 98%, provider B mempunyai CDF sebesar 40%, provider C mempunyai CDF sebesar 84%, dan provider D mempunyai nilai CDF sebesar 41%. Jadi provider yang mempunyai nilai delay sangat baik adalah provider A, yaitu sebesar 98%.
5. Pada saat pengukuran delay di Jalan Basuki Rahmat didapatkan hasil nilai delay kurang dari 0,4s provider A mempunyai CDF sebesar 96%, provider B 51%, provider C 91%, dan provider D sebesar 33%. Jadi provider yang mempunyai nilai delay sangat baik adalah provider A, yaitu sebesar 96%.
6. Untuk sistem *e-ticketing* dengan metode *smartcard* nilai delay yang dibolehkan adalah 2s. Secara keseluruhan dari pengukuran yang dilakukan di tiga tempat, nilai delay kurang dari 2s untuk provider A mempunyai CDF sebesar 99%, B sebesar 94%, C sebesar 98%, dan D sebesar 97%. Sehingga ke-empat provider bisa dijadikan pertimbangan untuk sistem *e-ticketing*.

7. Pada sistem pengukuran delay, proses *three-way handshake* yang terjadi adalah proses SYN, SYN ACK, ACK.

5.2 Saran

Adapun hal-hal yang dapat dikembangkan untuk Tugas Akhir ini adalah:

1. Membuat aplikasi pengukuran nilai delay untuk *mobile* pada *smartphone*
2. Nilai QOS yang dihitung bukan hanya kualitas delay saja, tetapi packet loss, jitter, dan throughput.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Huang, Junxian. Qian, Feng. Guo, Yihua. Zhou, Yuanyuan. Xu, Qiang. Mao, Z Morley. Sen, Subhabrata. Spatscheck, Oliver. “*An-Indepth Study of LTE: Effect of Network Protocol and Application Behavior on Performance*”. Hongkong, China: ACM. 2013.
- [2] Huawei LTE/ SAE System Overview`
- [3] Rizky. <http://www.berbagiteknologi.com/2667/ini-dia-daftar-frekuensi-lte-operator-seluler-di-indonesia/> . 10 Desember 2015. Diakses pada 13 April 2016.
- [4] Nguyen, Binh. Banerjee, Arijit. Gopalakrishnan, Vijay. Kasera, Sneha. Lee, Seungjoon. Shaikh, Aman. Merwe, Jacobus Van der, “*Towards Understanding TCP Performance on LTE/EPC Mobile Networks,*” *IEEE*. 2014.
- [5] Pratama, I Putu Eka. 2014. Smart City beserta Cloud Computing dan teknologi-teknologi pendukung lainnya. Bandung: Informatika.
- [6] Sutanta, Edhy. “Komunikasi Data dan Jaringan Komputer” Yogyakarta: Grha Ilmu. 2016
- [7] www.wireshark.com
- [8] Stallings, William. 2001. “Komunikasi Data dan Komputer Jaringan Komputer”. Salemba Teknika: Jakarta.
- [9] Smart.surabaya.go.id
- [10] <http://www.slac.stanford.edu/comp/net/wan-mon/tutorial.html>. Diakses pada 22 Mei 2016.
- [11] www.3gpp.org
- [12] <http://teknologi-4g-lte.blogspot.co.id/2015/05/arsitektur-lte.html> . Diakses pada 23 april 2016
- [13] Rajamony, Ramakrishnan and Elnozahy, Mootaz. “*Measuring Client-Perceived Response Times on the WWW*”. IBM. 2001
- [14] Padmanabhan, Venkata N. “*Improving HTTP Latency*”.Universitas of California.
- [15] Pucha, Himabindu, Zhang, Ying, and Hu, Charly. “*Understanding Network Delay Change caused by Routing Events* ”.

- [16] Singh, Jupinder and Majithia, Sachin. “*Performance of Analysis of Mobile Wimax Network in Node Mobility under Different Scenarios*”. 2013
- [17] Mezghani, Mohamed. 2008. “*Study on Electronic Ticketing in Public Transport*”. EMTA.

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Sheilia Susi Susidha Sari. Lahir di Sleman, pada 9 November 1991. Penulis merupakan anak bungsu dari dua bersaudara dari pasangan Harno Resminto dan Mujihariyah.

Penulis memulai pendidikan formalnya di SD Baturan II, kemudian melanjutkan sekolah ke SMP Muhammadiyah 3 Yogyakarta, lalu ke SMA N 6 Yogyakarta. Setelah lulus dari pendidikan menengah atas penulis melanjutkan sekolah ke program D3 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom pada tahun 2010 hingga 2013. Setahun kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke sarjana melalui program Lintas Jalur Jurusan Teknik Elektro, program studi Telekomunikasi Multimedia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis pada tugas akhir mengambil judul TCP/IP Performance Analysis over 4G Wireless Network in Surabaya dengan dosen pembimbing Dr. Ir. Suwadi, M.T. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email: sheiliasusi@hotmail.com